



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Diseño del pavimento a nivel de afirmado del mejoramiento del camino vecinal
San pablo – sector Peña Negra, km 0+000 – km 4+620, L= 4.62 km, distrito san
Pablo, provincia de Bellavista-San Martín**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Ronald Del Castillo Franco

ASESOR:

Ing. Carlos Enrique Chung Rojas

Tarapoto – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

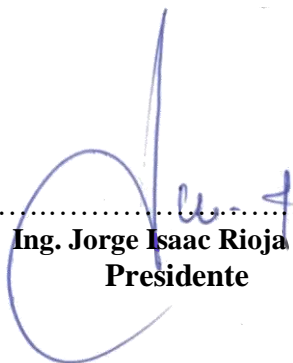


**Diseño del pavimento a nivel de afirmado del mejoramiento del camino vecinal
San pablo – sector Peña Negra, km 0+000 – km 4+620, L= 4.62 km, distrito san
Pablo, provincia de Bellavista-San Martín**

AUTOR:

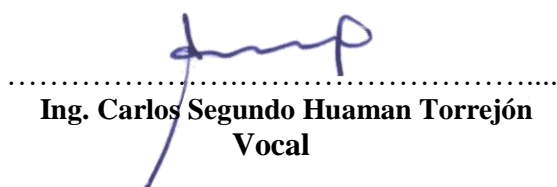
Ronald Del Castillo Franco

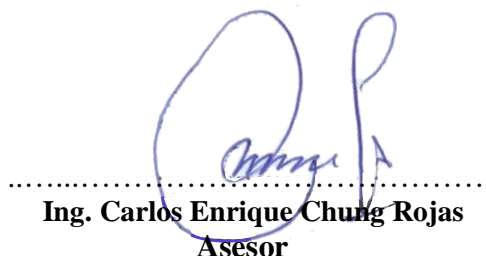
Sustentado el día 03 de enero de 2019 y aprobado ante el honorable jurado:

.....

Ing. Jorge Isaac Rioja Díaz
Presidente

.....

Ing. Juvenal Vicente Díaz Agip
Secretario

.....

Ing. Carlos Segundo Huaman Torrejón
Vocal

.....

Ing. Carlos Enrique Chung Rojas
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

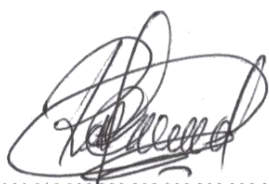
Yo, Ronald Del Castillo Franco, con DNI N° 43128042, Domicilio Legal Psj. San Isidro mz. Lote 20, Banda de Shilcayo , Bachiller de la facultad de Ingeniería civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil , de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la Tesis Titulada : “Diseño del pavimento a nivel de afirmado del mejoramiento del camino vecinal San pablo – sector Peña Negra, km 0+000 – km 4+620, L= 4.62 km, distrito san Pablo, provincia de Bellavista-San Martín”.

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis es de nuestra autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirían en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 03 de Enero , del 2019.



Ronald Del Castillo Franco

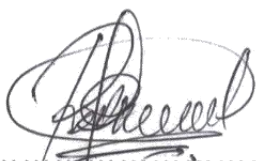
DNI N° ° 43128042

Declaración Jurada

Yo, **Ronald Del Castillo Franco**, identificado con DNI ° ° 43128042 con domicilio en Psj. San Isidro mz. Lote 20, Banda de Shilcayo , a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **DECLARO BAJO JURAMENTO** que toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis y/o informe de Ingeniería, que acompaño es verás y auténtica.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 03 de Enero del 2019.



Ronald Del Castillo Franco

DNI N° ° 43128042

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	DEL CASTILLO FRANCO DONATO		
Código de alumno :	013006	Teléfono:	985282508
Correo electrónico :	francovich81@hotmail.com	DNI:	43128042

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de:	INGENIERIA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	DISEÑO DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMIADO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO UECNA/ SAN PABLO - SECTOR BENA NEGRA KM. 01000 - KM 4+620, L= 4.62 KM, DISTRITO SAN PABLO, PROVINCIA DE BELLA VISTA - SAN MARTÍN
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

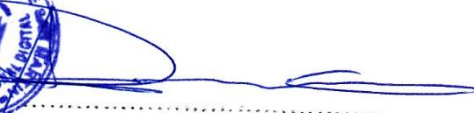

Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

05 / 04 / 2019




Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM - T.

*Acceso abierto: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** Acceso restringido: el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme permitido el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre por ser el pilar más importante y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre a pesar de nuestra distancia terrenal siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. A mis hermanos por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento. A, porque te amo infinitamente. A mis hijos , porque son los más hermosos que Dios me ha dado en la vida. A mis sobrinos por darme alegría a lo largo de mi vida.

Ronald Del Castillo Franco

Agradecimiento

Le agradezco a DIOS por haberme permitido vivir hasta este día, haberme guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino. Por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad.

Le doy gracias a mi papá que desde el cielo me guía en el camino de mis éxitos y a mi mamá Emerita Tello Arévalo por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida. Por darme la oportunidad de estudiar esta carrera. Y por ser ejemplo de mi vida y por promover el desarrollo y la unión familiar.

A mis hermanos por apoyarme en aquellos momentos de necesidad, por ayudar a la unión familiar. Lester, por ser un ejemplo de estudio. A Jorge, por ser un ejemplo de desarrollo laboral. A Jose, por ser un apoyo a lo largo de mi carrera. A todos ellos por llenar mi vida de grandes momentos que hemos compartido.

A Ines por ser una parte muy importante de mi vida por el apoyo recibido desde el día que le conocí. A mis hijos, por ser el motor y motivo que me impulsan a seguir adelante en mi carrera profesional.

Ronald Del Castillo Franco

Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Índice	viii
Índice de Figuras	xi
Índice de Planos.....	xii
Resumen	xiii
Abstrac.....	xiv
Introducción.....	1
CAPITULO I.....	2
REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	2
1.1.Generalidades	2
1.2.Exploración Preliminar Orientado a la Investigación.....	2
1.3.Aspectos Generales del Estudio	3
1.3.1.Características Generales.....	3
CAPITULO II	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1.Antecedentes, Planteamiento, Delimitación, Formulación del Problema a Resolver .3	
2.1.1Antecedentes del Problema	3
2.1.2.Planteamiento del Problema	10
2.1.3.Delimitación del Problema	11
2.1.4.Formulación del Problema a Resolver.....	11
2.2.Objetivos.....	11
2.2.1.Objetivo General.....	11
2.2.2.Objetivos Específicos	11
2.3.Justificación de la Investigación	12
2.4.Delimitación de la Investigación	13
2.5.Marco Teórico	13
2.5.1.Antecedentes de la Investigación	13
2.5.2.Fundamentación Teórica de la Investigación	14
2.6 Hipótesis	37
CAPITULO III	10
MATERIALES Y MÉTODOS	10

3.1.Materiales	10
3.1.1.Recursos Humanos	10
3.1.2.Recursos Materiales y servicios	10
3.1.3.Recursos de Equipos.....	10
3.2.Metodología de la Investigación.....	10
3.2.1.Universo y/o Muestra	10
3.2.2.Sistema de Variables	39
3.2.3.Tipos y Nivel de la Investigación	39
3.2.4.Diseño de Instrumentos	40
3.2.5.Procesamiento de la Información	40
3.2.6.Análisis e Interpretación de Datos y Resultados	40
CAPITULO IV	39
RESULTADOS Y DISCUCIONES	39
4.1.Estudios de Topografía.....	39
4.1.1.Equipos empleados.....	39
4.1.2.Trabajos de Campo.....	42
4.1.3.Alineamiento horizontal y perfil longitudinal	42
4.1.4.Secciones Transversales	44
4.2.Estudio de Mecánica de Suelos	45
4.2.1.Tipos de Suelo de la Subrasante	45
4.2.2.Capacidad Portante (cbr)	45
4.3.Estudio de Canteras	46
4.3.1.Cantera Rio Sisa.	46
4.3.2.Cantera de Afirmado	47
4.4.Estudio de Trafico	47
4.4.1.Resultados Directos del Conteo Vehicular	47
4.4.2.Calculo del IMD	49
4.4.3.Proyecciones del Tráfico	49
4.4.4.Análisis de la Información y Obtención de Resultados.....	50
4.5.Estudio de Drenaje.....	51
4.5.1.Cunetas y Bombeo.....	51
4.5.2.Cunetas	52
4.5.3.Criterios de Diseño	53

4.5.Alcantarillas.....	56
4.5.1.Fisiografía de la Cuenca.	56
4.5.2.Metodología y Formulación del Estudio.	56
4.5.3.Análisis Hidrológico.....	57
4.5.4.Calculo del Caudal a Drenar.....	57
4.5.5.Verificación de la Capacidad de la Alcantarilla	58
4.6.Diseño de Pavimento Afirmado por el Metodo de NAASRA.....	59
4.6.1.Diseño del Espesor del Pavimento	59
4.7.Estudio de Señalización.....	61
4.7.1.Criterios de Diseño Utilizados en el Proyecto.....	62
4.7.2.Señalización.....	63
4.7.3.Señales Reglamentarias	63
4.7.4.Postes Kilométricos	63
4.7.5.Señales Preventivas	63
4.7.6.Señales Informativas.....	64
4.8.Estudio Topográfico	65
4.9.Estudio de Mecánica de Suelos	65
4.10.Diseño de Pavimento.....	65
4.11.Diseño de Obras de Arte.....	65
4.12.Señalización.....	66
4.13.Contracción a la Hipótesis.....	66
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	69
ANEXOS.....	70
ANEXO 01: Estudio de suelos y canteras	71

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación	4
Figura 2. Ubicación del Proyecto	5
Figura 3. Elementos de una curva simple.....	17
Figura 4. Altura Libre en Túneles. FUENTE: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.	24
Figura 5. Sección Típica de una Carretera a Media Ladera. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito)	26
Figura 6. Determinacion de espesor de capa de revestimiento granular	33
Figura 7. Catalogo de Capas de Revestimiento Granular.....	35
Figura 8. Sección transversal típica.....	44
Figura 9. Calculo de acudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular.....	55
Figura 10. Calculo de caudal, sección circular	58

Índice de planos

Plano de ubicación.....	PU – 01
Plano clave.....	PC – 01
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 0+000 – 1+000 km.....	PP – 01
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 1+000 – 2+000 km.....	PP – 02
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 2+000 – 3+000 km.....	PP – 03
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 3+000 – 4+000 km.....	PP – 04
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 4+000 – 5+000 km.....	PP – 05
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 5+000 – 6+000 km.....	PP – 06
Plano de secciones transversales Prog. 0+000 – 1+600 km.....	ST – 01
Plano de secciones transversales Prog. 1+620 – 3+200 km.....	ST – 02
Plano de secciones transversales Prog. 3+220 – 4+820 km.....	ST – 03
Plano de secciones transversales Prog. 4+840 – 6+220 km.....	ST – 04

Resumen

El presente proyecto de tesis denominado **“Diseño de Pavimento a Nivel de Afirmado del Mejoramiento del Camino Vecinal San Pablo – Sector Peña Negra, 0+000 km al 4+620 km, l = 4.62 km, Distrito San Pablo, Provincia Bellavista - San Martín”**, se desarrolló en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

El proyecto de tesis está enfocado para dar a conocer una solución rápida, económica y óptima para el mejoramiento vial, ya que en muchas vías, el descuido en el drenaje o la ausencia de ésta, hace que las mismas se deterioren y presenten agrietamientos, fisuras, etc. Causando malestar para los usuarios, falta de comunicación entre pueblos y ciudades, o en el peor de los casos el cambio total de la carpeta de rodadura.

Surgió ante la necesidad de la población que incluyen los productores del sector Peña Negra de solucionar los problemas causados por el mal estado de la vía de acceso y que generan altos costos de flete para el transporte de los productos cultivados en la zona hacia los mercados de consumo, por lo que el presente proyecto de investigación busca solucionar estos problemas, empezando con el diagnóstico de la realidad en cuanto al estado de la vía y la importancia de la misma. Para el Diseño de Pavimento a Nivel de Afirmado, de la vía se realizaron estudios preliminares en campo como, estudio de tráfico, posteriormente en gabinete se realizaron cálculos de diseño siguiendo los parámetros de las normas de diseño geométrico para carreteras no pavimentadas y de bajo volumen de tránsito, determinando los elementos de diseño y posteriormente el espesor del afirmado necesario para garantizar la fácil y óptima transitabilidad de vehículos livianos y pesados, y así facilitar a los productores transportar sus productos en buen estado y con bajo costo de flete hacia los mercados de consumo.

Se desarrolló el Diseño de Pavimento a Nivel de Afirmado de la vía proponiendo, elementos de señalización vial, de esta manera contribuir al desarrollo socioeconómico de los productores del sector Peña Negra, así mismo poner en práctica los conocimientos de la carrera de Ingeniería Civil, obtenidos en las aulas de la facultad.

Palabras claves: Diseño Geométrico, Estado, Vía, transitabilidad.

Abstrac

The present thesis project called "Pavement Design at Affirmed Level of the Improvement of the San Pablo Neighborhood Road - Peña Negra Sector, 0 + 000 km at 4 + 640 km, 1 = 4.62 km", was developed at the School of Civil Engineering of the National University of San Martín - Tarapoto.

The thesis project is focused to make known a quick, economic and optimal solution for road improvement, since in many ways, the neglect in the drainage or the absence of it, causes them to deteriorate and present cracks, fissures, etc. Causing discomfort for users, lack of communication between towns and cities, or in the worst case the total change of the rolling folder.

It arose in response to the need of the population that includes the producers of the Peña Negra sector to solve the problems caused by the bad state of the access road and that generate high freight costs for the transport of the products grown in the area to the markets of consumption, so that the present research project seeks to solve these problems, starting with the diagnosis of reality in terms of the state of the road and the importance of it. For the Design of Pavement at Affirmed Level, preliminary studies were carried out in the field such as traffic study, later in design calculations were made following the parameters of geometric design standards for unpaved and low volume roads. of transit, determining the elements of design and later the thickness of the necessary affirmed to guarantee the easy and optimal passability of light and heavy vehicles, and thus to facilitate the producers to transport their products in good condition and with low cost of freight towards the markets of consumption.

The Pavement Design was developed at the Affirmed Level of the road, proposing elements of road signs, in this way contributing to the socioeconomic development of the producers of the Buenos Aires - Governor sector, likewise putting into practice the knowledge of the Civil Engineering career, obtained in the classrooms of the faculty.

Keywords: Geometric Design, State, Track, transitability



Introducción

El presente trabajo de tesis, se desarrolla en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto como una contribución a la sociedad, debido a la problemática vial de nuestro departamento, y las localidades que requieren desarrollarse.

El aporte consiste en diseñar el pavimento a nivel de afirmado en el sector rural de la provincia de Bellavista, donde se aprecia el mal estado de los caminos vecinales, es así que nace la idea de elaborar el proyecto de tesis denominado **Diseño del Pavimento a Nivel de Afirmado del Mejoramiento del Camino Vecinal San Pablo - Sector Peña Negra, km. 0+000 – km. 4+620, l=4.62 km, Distrito San Pablo, Provincia Bellavista - San Martín**, el mismo que nos permitirá utilizarlo cuando se elabore el expediente técnico del proyecto y de esta manera colaborar al desarrollo de las localidades que se encuentran ubicadas a lo largo del proyecto, y al mismo tiempo poner a disposición de la Universidad una investigación que servirá como base para futuros proyectos de desarrollo.

En nuestra región se puede apreciar que aun existen distritos, centros poblados que no cuentan con sus carreteras y en el mejor de los casos si existen estas, en su mayor parte son caminos vecinales que se encuentran en malas condiciones y que no cumplen con las condiciones mínimas para un eficiente servicio.

Entendiendo así la trascendental importancia de las redes viales y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, se ha elaborado el presente trabajo de tesis, denominado **Diseño del Pavimento a Nivel de Afirmado del Mejoramiento del Camino Vecinal San Pablo - Sector Peña Negra, km. 0+000 – km. 4+620, l=4.62 km, Distrito San Pablo, Provincia Bellavista - San Martín**.

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRÁFICA

1.1. Generalidades

El presente trabajo de tesis, se desarrolla en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto como una contribución a la sociedad, debido a la problemática vial de nuestro departamento, y las localidades que requieren desarrollarse.

El aporte consiste en diseñar el pavimento a nivel de afirmado en el sector rural de la provincia de Bellavista, donde se aprecia el mal estado de los caminos vecinales, es así que nace la idea de elaborar el proyecto de tesis denominado “ **Diseño del Pavimento a Nivel de Afirmado del Mejoramiento del Camino Vecinal San Pablo - Sector Peña Negra, km. 0+000 – km. 4+620, l=4.62 km, Distrito San Pablo, Provincia Bellavista - San Martín**, el mismo que nos permitirá utilizarlo cuando se elabore el expediente técnico del proyecto y de esta manera colaborar al desarrollo de las localidades que se encuentran ubicadas a lo largo del proyecto, y al mismo tiempo poner a disposición de la Universidad una investigación que servirá como base para futuros proyectos de desarrollo.

1.2. Exploración Preliminar Orientado a la Investigación

En la actualidad el país busca un desarrollo integral en base a la eficiencia y calidad de servicios, garantizando para ello la seguridad a los inversionistas privados a fin de facilitar las condiciones de invertir en todos los campos de la actividad económica, y por tanto, el departamento de San Martín no está ajeno a esta realidad, por lo que es necesario e imprescindible estar acorde a la dinámica de desarrollo a fin de no quedarnos marginados, social, cultural y económicamente, y siempre estar a la vanguardia de los cambios estructurales que sufre el país en su conjunto.

El desarrollo de una nación depende en gran medida, de la extensión y el estado de su red vial. Los caminos y las carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y mercaderías, aspectos que repercuten directamente en el progreso social, político y económico.

En el departamento de San Martín, es necesario un plan de desarrollo de la red vial tanto en las carreteras de carácter nacional así como las carreteras del sistema departamental y vecinal; para que integren la unidad del país, de manera que los pueblos interconectados por la red vial, puedan satisfacer sus necesidades de consumo, además de elevar el nivel social, cultural y económico de sus habitantes.

En nuestra región se puede apreciar que aun existen distritos, centros poblados que no cuentan con sus carreteras y en el mejor de los casos si existen estas, en su mayor parte son caminos vecinales que se encuentran en malas condiciones y que no cumplen con las condiciones mínimas para un eficiente servicio.

Entendiendo así la trascendental importancia de las redes viales y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, se ha elaborado el presente trabajo de tesis, denominado **Diseño del Pavimento a Nivel de Afirmado del Mejoramiento del Camino Vecinal San Pablo - Sector Peña Negra, km 0+000 – km 4+620, l=4.62 km, Distrito San Pablo, Provincia Bellavista - San Martín.**

1.3. Aspectos Generales del Estudio

1.3.1 Características Generales

1.3.1.1. Ubicación Geográfica del Proyecto

El presente Camino vecinal se encuentra ubicado en el Distrito de San Pablo correspondiente a la provincia de Bellavista.

El Camino Vecinal se inicia en el Km 0+000 (San Pablo) y termina en el Km 4+620 (Sector Peña Negra).

Aspecto Político

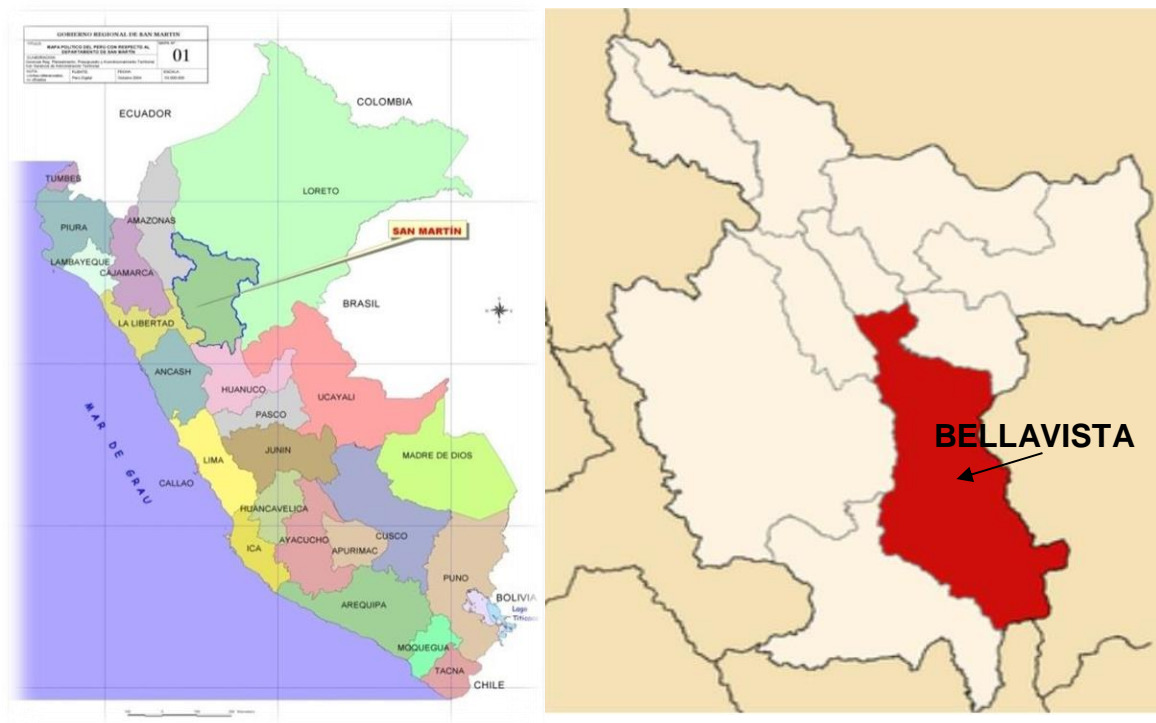
Localidad	:	San Pablo – Sector Peña Negra
Distrito	:	San Pablo
Provincia	:	Bellavista
Región	:	San Martín

Tabla 1*Ubicación*

Región	San Martín
Departamento:	San Martín
Provincia:	Bellavista
Distritos:	San Pablo
Latitud Sur:	07° 04' 1''
Longitud Oeste:	76° 35' 05''
Altitud (m.s.n.m.):	400

Fuente: Wikipedia

La Provincia de Bellavista se encuentra ubicada en las coordenadas 07° 04' 1'' latitud sur y 76° 35' 05'' latitud oeste, a 400 metros sobre el nivel del mar en la capital, con una superficie de 8050.9 km².

Ubicación del Proyecto*Figura 1. Ubicación***1.3.1.2. Vías de Acceso**

La zona de trabajo cuenta con una vía terrestre principal que es la Carretera Fernando Belaunde Terry, esta vía une a la provincia de Moyobamba por el Norte con las ciudades de Rioja, Bagua, Chiclayo (Carretera Panamericana Sur y Norte); y por el sur con las ciudades

de Tarapoto, Juanjuí, Tocache, Tingo María, Huánuco, etc. Cabe resaltar que esta vía desde Chiclayo hasta la ciudad de Tarapoto se encuentra asfaltada, con algunos tramos que se encuentran a nivel de afirmado mayormente en tramos críticos por el condicionamiento geológico.

En conclusión podemos afirmar que existen dos vías de acceso hasta la ciudad de Moyobamba:

Lima – Huánuco – Tingo María – Moyobamba – Juanjuí – Tarapoto– Moyobamba (1,083 Km.) utilizando la carretera Central y luego la Carretera Fernando Belaunde Terry con una duración de 30 a 32 horas aproximadamente, en ómnibus. No obstante la menor longitud, esta ruta se encuentra a nivel de afirmado entre el Ramal de Aspuzana (a unos 20 Km. de Tingo María) y Juanjuí, presentando tramos en muy mal estado, en particular el sub – tramo Aucayacu (a unos 45 Km. de Tingo María) – Moyobamba – Juanjuí.

De Moyobamba a 1h 45min. A Tarapoto y de Tarapoto a Bellavista a 1h 36min.



Figura 2. Ubicación del Proyecto

1.3.1.3. Aspectos Climáticos

Las temperaturas que corresponden a este tipo climático fluctúan entre 25.0 °C y 26.8 °C; que muestran una oscilación media anual muy estrecha de 18°C. Los promedios mensuales máximos extremos (PMME), y los promedio mensuales mínimos extremos (PMME), también mantienen uniformidad a lo largo del año, así, los promedios máximos

varían entre 34.9°C (Enero), y 31.7°C (Junio), siendo los promedios mínimos entre 20.6°C (Abril) y 18.0°C (Julio).

La Humedad Relativa se encuentra alrededor del 80%, siendo ligeramente mayor entre Marzo y Agosto; y menor entre Septiembre y Febrero.

1.3.1.4.Situación Actual de la Vía

El camino vecinal que establece la integración del Sector Peña Negra con el distrito de San Pablo, tiene una extensión de 4.62 Km, se encuentra actualmente en pésimas condiciones, generado por la falta de una adecuada capa de afirmado en toda su extensión, la inoperatividad de sus cunetas, la falta de bombeo en la rasante; la inexistencia de obras de arte, lo que permite que las aguas de lluvias discurran por la plataforma causando erosión y pérdida de sección en la rasante. Situación que se agrava con el paso de camionetas rurales, lo que a su vez origina que en épocas de lluvias este camino vecinal se vuelva intransitable para cualquier vehículo que intente transitar por ella; motivo por el cual la población tiene muchas dificultades para trasladar sus productos desde los centros de producción a los mercados de consumo local.

El camino se desarrolla bajo una topografía inclinada, con presencia de curvas horizontales con radios moderados, con pendientes que llegan hasta el 17%. La sección del camino generalmente es “En corte” y en algunos tramos “relleno”, existiendo en algunos tramos charcos o humedales que se forman por la falta de un buen drenaje del camino. En la actualidad los vehículos que circulan por la carretera son en su mayoría de tipo liviano y de carga, para sacar los productos de las chacras, y en gran porcentaje las mototaxis y furgonetas.

En el recorrido del tramo se ha podido observar la falta de obras de arte, al igual que las señalizaciones verticales.

1.3.1.5.Area de Influencia

Con la realización de este proyecto de tesis y posterior ejecución, se verán influenciados en su desarrollo, socioeconómico y cultural, Sector Peña Negra San Pablo, distrito de San Pablo –Provincia de Bellavista.

1.3.1.6. Población Beneficiada

Con la ejecución del Proyecto de tesis en mención se beneficiará la localidad de San Pablo, Sector Peña Negra de distrito de San Pablo.

La población directamente beneficiada es de 8,919 habitantes, correspondiente al distrito de San Pablo. Esta población ha sido censada al año 2007 según información del INEI (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática), distribuyéndose de la siguiente manera:

Por lo tanto la población directa beneficiada, al año de ejecución del Estudio Definitivo es de 8,919 habitantes según el censo de población Año 2007, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Población censada por Provincia y Distrito; Departamento de San Martín, según Censos 1993 y 2007

Provincia/Distrito	1993	2007
Bellavista	34,414	49,293
Bellavista	13,583	14,238
Alto Biavo	3,839	5,917
Bajo Biavo	3,611	11,780
Huallaga	2,190	2,803
San Pablo	8,108	8,919
San Rafael	3,083	5,636

Fuente: Instituto Nacional De Estadística E Informática, Censos Nacionales de Población y Vivienda 1972, 1981, 1993 y 2007 – Oficina Zonal San Martín-Tarapoto.

1.3.1.7. Condiciones Económicas

1.3.1.8. Características Socio-Económicas

La población total del ámbito de influencia de la carretera es de **8,919 habitantes** del distrito de San Pablo (Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática).

La Provincia de Bellavista tiene una **Tasa de Crecimiento Promedio Anual de 2.6 %** y el distrito de San Pablo tiene una **Tasa de Crecimiento Promedio Anual de 0.7 %**, con respecto al período 1993 - 2007, como se ve en la Tabla 3.

Tabla 3

Población censada por Provincia y Distrito; Departamento de San Martín, según Censos 1972, 1981, 1993 y 2007

Provincia/Distrito	1972	1981	1993-2007
Bellavista	-	-	2.6
Bellavista	3.3	6.4	0.3
Alto Biavo	1.1	3.4	3.1
Bajo Biavo	1.8	3.0	8.8
Huallaga	2.2	-0.6	1.8
San Pablo	4.6	9.1	0.7
San Rafael	2.0	3.4	4.4

Fuente: Instituto Nacional De Estadística E Informática, Compendio Estadístico 2010 Departamento de San Martín.

En cuanto al movimiento emigratorio, este proceso se da en 2 sentidos: el flujo migratorio interno que está definido, principalmente desde las ciudades a las áreas rurales del interior del departamento, y el flujo migratorio externo o extra departamental, con las principales ciudades como son: Bellavista, Mariscal Cáceres Tocache Lima, Chiclayo, Lambayeque, Trujillo, Cajamarca y Amazonas.

1.3.1.9. Actividades Principales y Niveles de Vida

La actividad preponderante es sin duda la actividad agropecuaria y también la actividad ganadera.

Los cultivos que producen principalmente son el Café y en la parte baja el Cacao y como forma complementaria plátano, frijol, Maíz entre otros, los cuales no les remunera mucho, por el mal estado de la vía. Y la ganadería en poca proporción.

Los productos agropecuarios que se comercializan en el mercado regional son de un número reducido de personas que poseen mayor cantidad de tierras y ganados y que el volumen de producción les permite cubrir los costos altos de transporte que implica evacuar sus productos hacia el mercado local; sin embargo la mayoría produce sólo para el autoconsumo; el intercambio de sus productos mediante el trueque y un mínimo volumen de comercialización debido a la carencia de una carretera transitable que les facilite evacuar a bajo costo su producción hacia los mercados de consumo, situación que será superada al ejecutarse el presente proyecto.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes, Planteamiento, Delimitación, Formulación del Problema a Resolver

2.1.1 Antecedentes del Problema

Para poder desarrollar este proyecto de tesis debemos de tener en cuenta los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas desarrolladas en pre grado como Topografía, Caminos I, Caminos II, Pavimentos y Mecánica de Suelos, la integración de estas Asignaturas nos dará como resultado el diseño del pavimento a nivel de afirmado del Proyecto en mención, La Red Vial Nacional, Departamental, Vecinal y la infraestructura vial urbana del Perú, tiene especial importancia como base para el progreso y bienestar económico y social de los distritos, constituyéndose en integrador y facilitador del intercambio social, cultural y económico de los pueblos, asimismo facilita enormemente la implementación de otros proyectos en Salud, Educación, y Producción,

Las vías nacionales, departamentales, vecinales e infraestructura vial urbana entonces, son un valioso patrimonio nacional que se debe promover, cuidar y preservar mediante políticas adecuadas de gestión y mantenimiento adecuado y oportuno que permita una transitabilidad satisfactoria para los usuarios.

Se ha demostrado, que un apropiado diseño y mantenimiento de la red vial nacional, departamental, vecinal y urbana disminuye significativamente los costos de operación de los vehículos, reduce los tiempos de recorrido, mejora la comodidad para la circulación vehicular y aminora los accidentes de tráfico por causa del mal estado de la vía, todo lo cual facilita el acceso de los bienes producidos en las localidades apartadas hacia los centros consumidores y ayuda a expandir los servicios públicos de diferente índole en las zonas rurales.

Se ha encontrado, dentro del ámbito de la Región San Martín, la realización de Proyectos como **“El Mejoramiento Del Camino Vecinal San Pablo – Sector Peña Negra km 0+000 – km 4+620, l= 4.62 km., Distrito San Pablo, Provincia Bellavista- San Martín”**

En el Departamento de San Martín, como en todas las regiones de nuestro territorio, uno de los grandes problemas que atrasa el desarrollo integral, es entre otros, principalmente la falta y la intransitabilidad de las vías de comunicación, lo que impide el desarrollo de los pueblos.

El distrito de San Pablo como el sector Peña Negra, por años han tratado de lograr su desarrollo Socio - Económico, y uno de los problemas que afrontan los pobladores de las mencionadas localidades, es la intransitabilidad de la carretera de acceso que les permita comercializar sus productos agrícolas con los principales mercados de abastos de una forma rápida. Por lo tanto es de vital importancia el mejoramiento de la carretera que integre los pueblos antes mencionados con las red vial principal Arqº Fernando Belaúnde Ferry, para que logren desarrollar sus objetivos socio - económicos ansiados y postergados.

2.1.2 Planteamiento del Problema

En la solución de los problemas sociales y económicos del País, y en particular para aumentar la calidad de vida de la población rural y urbana, así como para un mejor desarrollo en la comunicación entre el campo y la ciudad, y de esta manera propiciando que la población rural y urbana cuente con un sistema vial rápido, económico y seguro hacia los mercados de consumo a nivel nacional e internacional. Es por ello que al mejorar una superficie de rodadura, trae mejores oportunidades para el desarrollo de un pueblo, ciudad y el país entero.

En la Región San Martín, es necesario un plan de mejoramiento de la red vial, tanto en las carreteras de carácter Nacional, así como las carreteras del sistema Departamental y Vecinal y de igual manera el sistema vial urbano, para que integren la unidad del país, de manera que los pueblos interconectados por carreteras puedan satisfacer sus necesidades de consumo, además de elevar el nivel social, cultural y económico de sus habitantes.

El problema que actualmente existe en las carreteras e infraestructura vial urbana es el deterioro continuo del pavimento, ya que esto se da por motivos de mal diseño o por problemas geológicos que puede tener la zona. Es por eso que debemos tener en cuenta la gran importancia que tienen los estudios de suelos, la geología, la geotecnia, la topografía, el índice de tránsito y el tipo de tráfico para un buen diseño estructural del pavimento.

El tramo de carretera existente entre la localidad de San Pablo y el Sector Peña Negra, presenta en la actualidad problemas de intransitabilidad; por el mal estado que se encuentra dicha vía solamente es transitable en época de verano, no permitiendo sacar sus productos a los mercados regionales y nacionales.

2.1.3 Delimitación del Problema

El problema está delimitado al **Camino Vecinal San pablo – Sector Peña Negra km 0+000 – km 4+620, l= 4.620 km., Distrito San pablo, Provincia Bellavista - San Martin**

El mejoramiento de éste importante camino vecinal permitirá facilitar el tránsito vehicular de la zona, propiciando el desarrollo de los pueblos involucrados, a través de la cual, los pequeños y medianos agricultores, madereros o ganaderos podrán trasladar sus productos hacia los mercados de comercialización en cualquier época del año con la mayor facilidad del caso.

2.1.4 Formulación del Problema a Resolver

Los pobladores de la localidad de San Pablo y del Sector Peña Negra, del distrito de San Pablo tienen la necesidad de contar con una vía de acceso rápida, que pueda integrarse con la carretera Arq° Fernando Belaunde Terry, y por ende con los principales mercados para comercializar sus productos y elevar cuantitativamente el comercio y el movimiento económico de la zona en estudio.

De manera que es necesario responder la siguiente interrogante: **¿En qué medida el Diseño del Pavimento a Nivel de afirmado del Camino Vecinal San Pablo – Sector Peña Negra km 0+000 – km 4+620, l= 4.62 km., Distrito San Pablo, Provincia Bellavista - San Martin**, será utilizado en la elaboración del Estudio definitivo y cuando se ejecute mejorará las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades y anexos?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Realizar el Diseño de Pavimento a nivel de afirmado de la **“Mejoramiento del Camino Vecinal San Pablo – Sector Peña Negra km 0+000 – km 4+620, l= 4.62 km, Distrito San Pablo, Provincia Bellavista - San Martin**”.

2.2.2. Objetivos Específicos

Ejecutar los estudios de Topografía, Mecánica de Suelos, para el diseño del pavimento del tramo propuesto.

Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental.

Dotar a la vía de un buen sistema de señalización.

Elaborar el estudio de tráfico en el área del proyecto.

Diseño del Pavimento a nivel de afirmado por el método de NAASRA.

Diseñar las obras de arte de la vía.

2.3. Justificación de la Investigación

La infraestructura vial existente se encuentra en pésimas condiciones, debido a la falta de una capa de afirmado, obviado en la etapa inicial de apertura del camino vecinal, y por las condiciones climatológicas adversas como son; las fuertes precipitaciones que se dan en la zona, así como también la acumulación de agua de lluvia en ciertos tramos, convierte esta carretera en intransitable en épocas de invierno, creando un ambiente inadecuado de traslado de los grandes volúmenes de producción hacia los mercados de consumo y su integración tanto regional como nacional.

En forma general, se puede afirmar que el Camino Vecinal San Pablo – Sector Peña Negra, Distrito San Pablo, Provincia Bellavista se encuentra afectada en todo su Longitud, motivo por el cual la transitabilidad, resulta inadecuada, puesto que los costos de transporte y los tiempos de viaje aumentan, bajo las condiciones indicadas en el párrafo anterior. Asimismo, en algunas ocasiones originan un flujo vehicular restringido, lo que conlleva a que los productos de la zona no lleguen oportunamente al mercado, y la producción tienda a perderse, así como también se tiene la pérdida de horas hombre por los largos tiempos de viaje y por consiguiente la población referenciada presenta dificultad para acceder a servicios básicos como son: educación y salud.

Es de interés para la población que esta situación sea corregida o solucionada, demandando trabajos de Mejoramiento de su vía, con la finalidad de garantizar el flujo vehicular constante, durante todo el año y por consiguiente asegurar mejores ingresos económicos a sus familias.

Entendida así la trascendental importancia de las redes viales y dadas las condiciones socio - económicas actuales de las Localidades de San Pablo y el Sector Peña Negra debido a que entre otros factores no cuenta con una carretera de acceso rápida, que le permita lograr su desarrollo integral está debidamente Justificado la materialización del presente Proyecto de Tesis que va a ser utilizado en el estudio definitivo de dicho camino vecinal.

2.4. Delimitación de la Investigación

La investigación se limita a efectuar el **Diseño del Pavimento a Nivel de afirmado del Camino Vecinal San Pablo – Sector Peña Negra km 0+000 – km 4+620, l= 4.62 km., Distrito San Pablo, Provincia Bellavista - San Martín**, lo que demanda encontrar todos los argumentos justificatorios tanto sociales, económicos y técnicos, que permiten tener un proyecto sustentable para que sea utilizado en el estudio definitivo de dicho camino vecinal.

2.5. Marco Teórico

2.5.1. Antecedentes de la Investigación

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, ha elaborado el “Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, documento básico que proporciona la normativa a considerar para la elaboración del presente trabajo de tesis.

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, también ha elaborado las “Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales”, documento que proporciona información referente al detalle de las especificaciones técnicas consideradas que se usan en el presente trabajo.

Valle Rodas, Raul en su Texto de Carreteras, Calles y Aeropistas, nos presenta información sobre los principios generales de mecánica de suelos aplicados a la pavimentación así como métodos de cálculo de pavimentos flexibles.

Ríos Vargas, Caleb en el año 2000, presentó un trabajo denominado: “Diseño Geométrico y Asfaltado de La Avenida Circunvalación - Tarapoto”, por el cual define el diseño de una vía, pero no elabora el Costo del Presupuesto.

Cosavalente Vela, Nery, en el año 2005, presentó un trabajo denominado “Asfaltado Jr. Alfonso Ugarte Tarapoto: Presupuesto y Programación, Tramo I: Km 0+000 - Km 1+122.683”.

Ponce Torres, Juan en el año 2010, presentó un trabajo denominado “Estudio definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Tramo: Km 0+000 - Km 2+920”.

Bardales Bartra, Jorge Luis en su tesis: Estudio Definitivo para el Mejoramiento del Camino Vecinal Tioyacu – La Victoria tramo: km 0 + 000 – km 4 + 520, nos indica los criterios para el diseño de pavimentos en una infraestructura.

2.5.2. Fundamentación Teórica de la Investigación

2.5.2.1. Clasificación de Carreteras

2.5.2.1.1. Según su Función

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, vías que conforman el mayor porcentaje del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), establece que “*por su función las carreteras se clasifican en:*

- a) Carreteras de la Red Vial Nacional.
- b) Carreteras de la Red Vial Departamental o Regional.
- c) Carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural”.

2.5.2.1.2. Según el Servicio

Asimismo, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, según norma establece que, a pesar que las Normas peruanas para Diseño de Carreteras no considera una sub clasificación de los Caminos Vecinales, “la Oficina de Asesoría Técnica del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha emitido el proyecto de Normas para el Diseño de Caminos Vecinales que complementa a las Normas Viales vigentes con el propósito de lograr un aprovechamiento más racional de las inversiones”.

A continuación se detalla la subclasificación de los caminos vecinales y según la cual se considera al presente proyecto como un Camino Vecinal Tipo CV – 3

Camino CV - 1 tráfico de diseño con un IMD entre 100 y 200 veh/día.

Camino CV - 2 tráfico de diseño con un IMD entre 30 y 100 veh/día.

Camino CV - 3 tráficos de diseño con un IMD hasta 30 veh/día.

Trochas carrozables - Sin IMD definido”.

2.5.2.2. Derecho de Via

2.5.2.2.1. Ancho Normal

El MTC, establece que *“La faja de dominio o derecho de vía, dentro de la que se encuentra la carretera y sus obras complementarias, se extenderá hasta 5.00 m más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes o de borde mas alejado de las obras de drenaje que eventualmente se construyen”*.

2.5.2.2.2. Ancho Mínimo

El MTC también precisa que “en zona Urbana el ancho necesario no será menor de 10.00 mts, es decir 5.00 mts. a cada lado del eje.

En zona de Cultivo el ancho requerido no será menor de 15 m.

En zona de Montaña el ancho requerido será de 20 m”.

2.5.2.2.3. Previsión de Ensanche

Asimismo, que “en zonas donde es frecuente el tránsito de animales de carga y ganado que no pueda ser desviado por caminos de herradura, se ampliará la faja de dominio en un ancho suficiente”.

2.5.2.3.Diseño Geométrico

2.5.2.3.1. Distancia de Visibilidad

El MTC establece que “Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante de la carretera que es visible al conductor del vehículo. En diseño, se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia”.

2.5.2.3.2. Visibilidad de Parada

Para el MTC “Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante de la carretera”.

2.5.2.4.Elementos del Diseño Geométrico

El Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, elaborado por el MTC, indica lo siguiente:

“Los elementos que definen la geometría de la carretera son:

- a) La velocidad de diseño seleccionada.
- b) La distancia de visibilidad necesaria.
- c) La estabilidad de la plataforma de la carretera, de las superficies de rodadura, de puentes de obras de arte y de los taludes.
- d) La preservación del medio ambiente”.

2.5.2.5.Alineamiento Horizontal

El Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (en adelante el Manual), elaborado por el MTC, indica lo siguiente:

2.5.2.5.1. Consideraciones para el Alineamiento Horizontal

El Manual establece que “el alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los Vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.

El alineamiento carretero se hará tan directo como sea conveniente adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección. El trazado en planta de un tramo carretero está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición”.

2.5.2.5.2. Curvas Horizontales

También el Manual indica que “el mínimo radio de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción para una velocidad directriz determinada”. En la Tabla N° 03 (cuadro N° 3.2.6.1b) se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz.

“En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz, un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo”. En general, se tratará de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

elementos de curvas horizontales. Los elementos de curvas horizontales que permiten su ubicación y trazo en el campo, son:

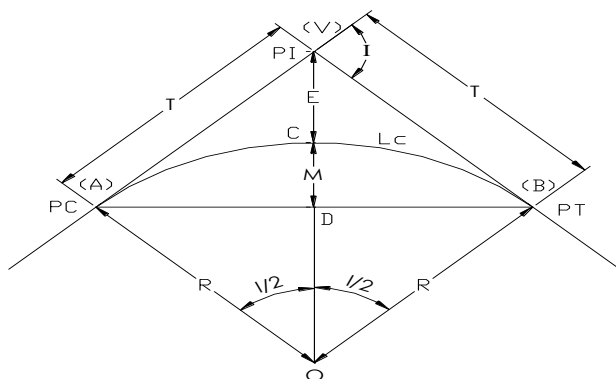


Figura 3. Elementos de una curva simple

Tabla 4

Elementos de Curvas Simples.

Elemento	Símbolo	Fórmula
Tangente	T	$T = R \tan (I / 2)$
Longitud de curva	Lc	$Lc = \square RI / 180^\circ$
Cuerda	C	$C = 2 R \text{ Sen } (I / 2)$
Externa	E	$E = R [\text{Sec } (I / 2) - 1$
Flecha	F	$f = R [1 - \text{Cos } (I / 2)]$

Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras

2.5.2.5.3. El Peralte de la Carretera

El Manual, elaborado por el MTC, indica lo siguiente: *Se denomina **peralte** a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas.*

El mínimo radio (R_{\min}) de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte (e_{\max}) y el factor máximo de fricción (f_{\max}) seleccionados para una velocidad directriz (V)". El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$V^2 \quad R \text{ min} = \frac{X}{127 (0.01 e_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Tabla 5*Radios Mínimos y Peraltes Máximos en curvas*

Velocidad directriz (km/h)	Peralte máximo e(%)	Valor límite de fricción f _{max}	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

2.5.2.6. Alineamiento Vertical**2.5.2.6.1. Consideraciones para el Alineamiento Vertical**

El Manual establece que “en el diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes.

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas.

El sistema de cotas del proyecto se referirá en lo posible al nivel medio del mar, para lo cual se enlazarán los puntos de referencia del estudio con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

A efectos de definir el perfil longitudinal, se considerarán como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continua entre tramos con pendientes diferentes.

Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán los siguientes criterios, salvo casos suficientemente justificados:

En carreteras de calzada única, el eje que define el perfil coincidirá con el eje central de la calzada.

Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno a fin de favorecer el drenaje.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.

En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno evitando los tramos en contra pendiente cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario del recorrido de la carretera.

Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. El modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.

Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. En casos de curvas convexas, se generan largos sectores con visibilidad restringida y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas”.

2.5.2.7. Pendiente

El Manual indica que “en los tramos en corte, se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%”.

2.5.2.8. Sección Transversal

2.5.2.8.1. Calzada

El Manual indica que “en el diseño de carreteras de muy bajo volumen de tráfico IMDA < 50, la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril. En los demás casos, la calzada se dimensionará para dos carriles”.

En la Tabla N° 4 (cuadro N° 3.5.1.a), se indican los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

Tabla 6

Ancho mínimo de calzada en tangente.

Tráfico IMDA	<15		16 á 50		51 á 100		101 á 200	
Velocidad Km./h	*		**		**		**	
25	3.50	3.50	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00	
30	3.50	4.00	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00	
40	3.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00	
50	3.50	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00	
60		5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00	

* Calzada de un solo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento.

Asimismo, el Manual precisa que “en los tramos en recta, la sección transversal de la calzada presentará inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua.

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En las carreteras de bajo volumen de tránsito con IMDA inferior a 200 veh/día, se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada”.

Para determinar el ancho de la calzada en un tramo en curva, deberán considerarse las secciones indicadas en el cuadro N° 3.5.1.a. Estarán provistas de sobre anchos, en los tramos en curva, de acuerdo a lo indicado en la Tabla N° 5 (cuadro N° 3.2.7).

Tabla 7

Sobre Ancho de Calzada (m)

Velocidad directriz km/h	Radio de curva (m)																
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000
20	*	6.52	4.73	3.13	2.37	1.92	1.62	1.24	1.01	0.83	0.70	0.55	0.39	0.30	0.25	0.18	0.14
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	0.92	0.79	0.62	0.44	0.35	0.30	0.22	0.18
40					2.68	2.20	1.87	1.46	1.21	1.01	0.87	0.69	0.50	0.40	0.34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	1.10	0.95	0.76	0.56	0.45	0.39	0.29	0.24
60									1.41	1.19	1.03	0.83	0.62	0.50	0.43	0.33	0.27

* Para Radio de 10 m se debe usar plantilla de la maniobra del vehículo de diseño

Fuente: MTC: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

2.5.2.8.2. Bermas

El Manual indica que “a cada lado de la calzada, se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías.

Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m.

En los tramos en tangentes las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma.

La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario, la inclinación de la berma será igual al 4%.

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7%, la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7%, la berma superior quedará inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%”.

2.5.2.8.3. Ancho de la Plataforma

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma a nivel de la subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado y la cuneta de drenaje.

2.5.2.8.3.1. Sobreancho

Según el Manual para Diseño Geométrico de Carreteras, “se define al Sobreancho, como el ancho adicional que se debe dar a la superficie de rodadura en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido, al contrarrestar la fuerza centrífuga que se genera en los vehículos”.

El sobreancho varía según el tipo de vehículo considerado, ya que es función de la distancia entre ejes del mismo. Para el tramo en estudio se ha tomado un valor de 6.00 mts., que corresponde a la distancia entre ejes de un camión, ya que este es el medio de transporte más utilizado en las zonas de cultivo.

El sobreancho se obtiene de la fórmula:

$$S = n \times \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V_d^2}{10R} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

S = Sobreancho

n = Número de carriles

Vd = Velocidad Directriz

L = Distancia entre ejes del vehículo

R = Radio de la curva

2.5.2.8.4. Plazoletas

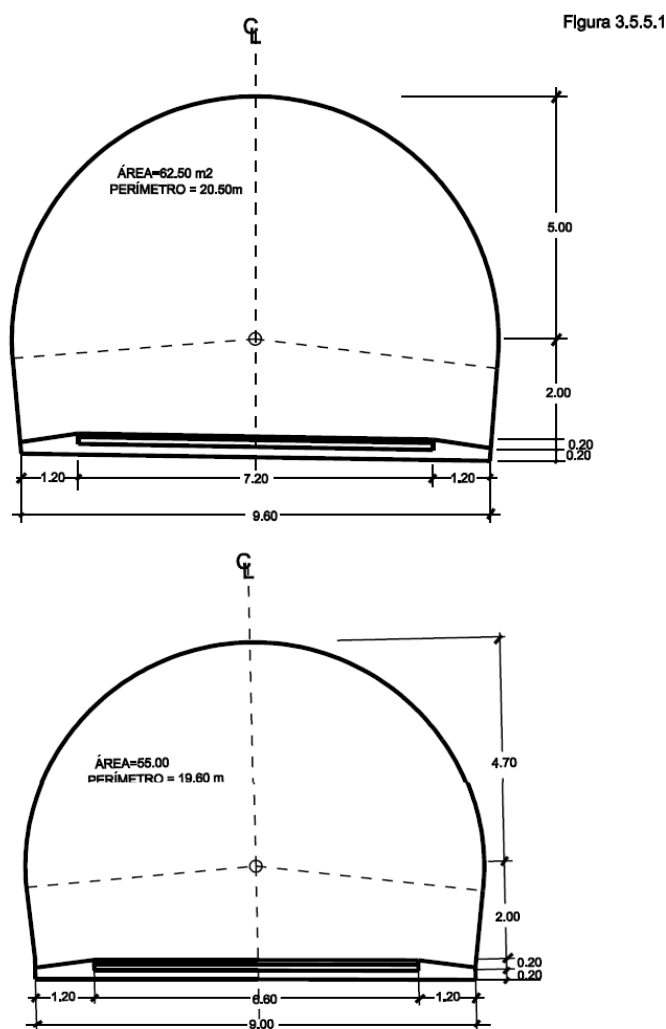
El Manual establece que “en carreteras de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m como mínimo para que puedan cruzarse los vehículos opuestos o adelantarse aquellos del mismo sentido.

La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo de la carretera con la facilidad de ensanchar la plataforma”.

2.5.2.8.5. Dimensiones en los Pasos Inferiores

El Manual establece que “la altura libre deseable sobre la carretera será de por lo menos 5.00 m. En los túneles, la altura libre no será menor de 5.50. Ver figura N° 1 (figura 3.5.5.1).

Cuando la carretera pasa debajo de una obra de arte vial, su sección transversal permanece inalterada y los estribos o pilares de la obra debajo de la cual pasa deben encontrarse fuera de las bermas o de las cunetas eventuales agregándose una sobre berma no menor a 0.50 (1.50 deseable)”.



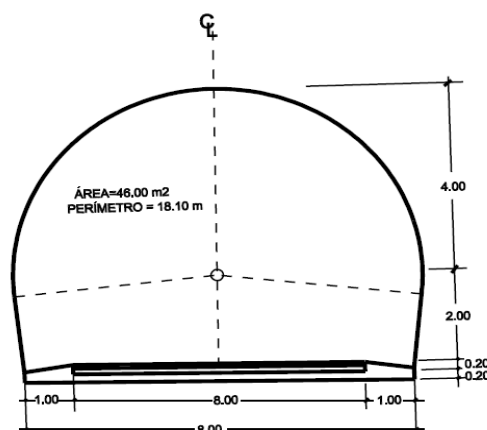


Figura 4. Altura Libre en Túneles. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

2.5.2.8.6. Taludes

Según el Manual “los taludes para las secciones en corte y relleno variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados. Las alturas admisibles del talud y su inclinación se determinarán en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes”.

Los valores de la inclinación de los taludes en corte y relleno serán de un modo referencial los indicados en la Tabla 6 (Cuadro N° 5.2.1) y Tabla N° 7 (Cuadro N° 5.2.2) respectivamente, como se indica:

Tabla 8

Taludes de Corte

CLASE DE TERRENO	TALUD (V: H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Roca fija	10 : 1	(*)	(**)
Roca suelta	6 : 1 - 4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas sueltas	1 : 2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 3	(*)	(**)

Fuente: MTC: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Tabla 9*Taludes de Relleno*

TALUDES DE RELLENO			
MATERIALES	TALUD (V : H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Arena compactada	1 : 2	(*)	(**)

(*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad

(**) Requiere análisis de estabilidad

Fuente: MTC: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

2.5.2.8.7. Transversal Típica

Según el Manual “la figura N° 2 (figura 3.5.7.1) ilustra una sección transversal típica de la carretera, a media ladera, que permite observar hacia el lado derecho la estabilización del talud de corte y hacia el lado izquierdo, el talud estable de relleno.

Ambos detalles por separado, grafican en el caso de presentarse en ambos lados, la situación denominada, en el primer caso carreteras en cortes cerrados y, en el segundo caso de carreteras en relleno”.

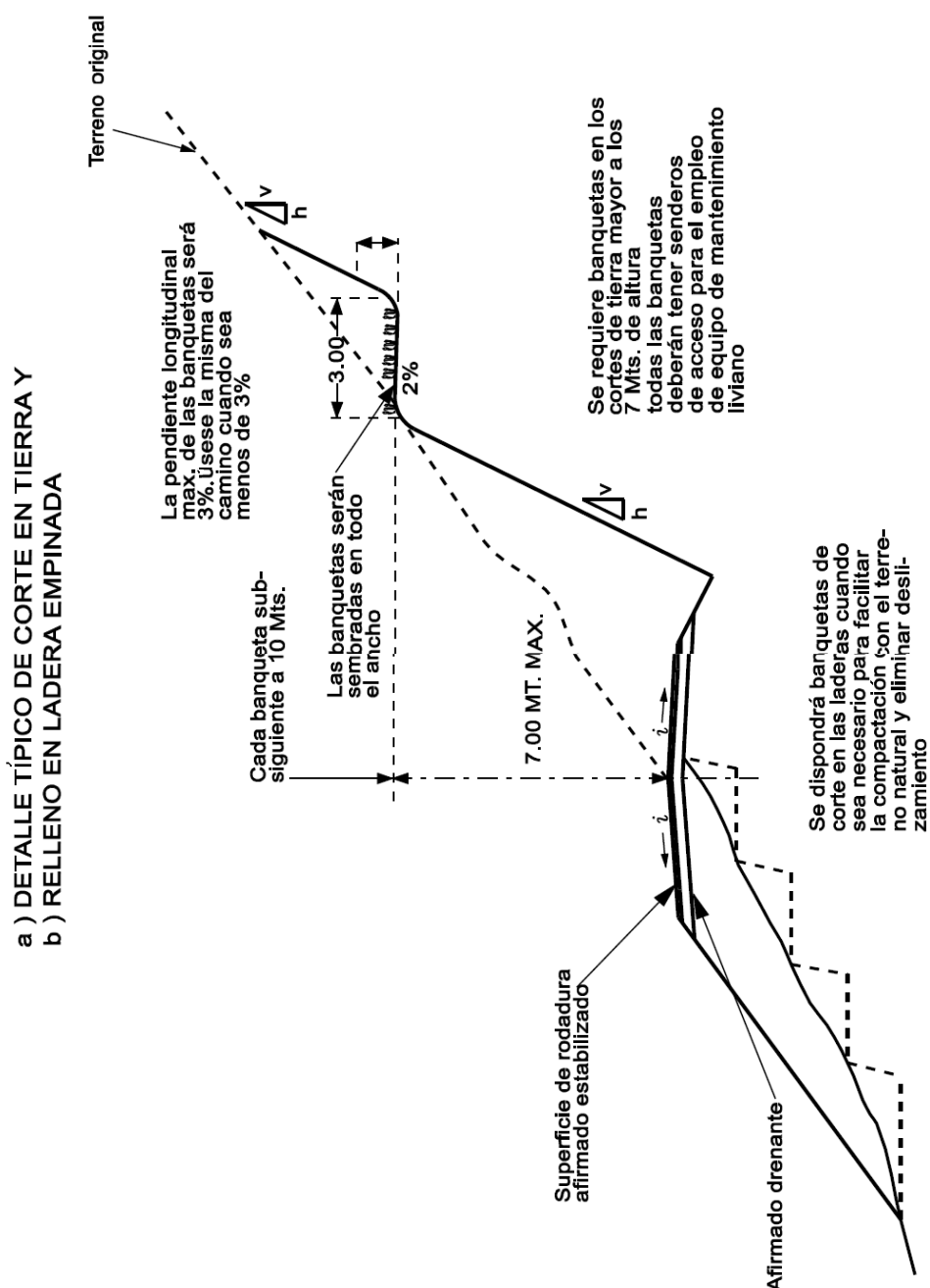


Figura 3.5.7.1

Figura 5. Sección Típica de una Carretera a Media Ladera. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito)

2.5.2.9. Composición de Tráfico

Según el Manual, “el método aproximado consiste en determinar un factor de composición de tráfico (M) basado en tres categorías de porcentajes de camiones (Bajo, Mediano y Alto) y tres categorías de rango probable de la distribución de ejes de carga (Liviano, Mediano y

Pesado), de los camiones. Los valores del factor de composición de tráfico (M); están tabulados en el cuadro N° 03

Una vez estimado el factor M, el cálculo de N de ejes equivalentes a 18 kips, durante el primer año y durante el periodo de diseño (en función de la tasa de crecimiento), se realiza en forma convencional”.

2.5.2.10. Capacidad Portante del Suelo de Rasante

Para el Manual, “el suelo de rasante es la capa superficial de las explanaciones y sobre el que se construye la estructura del pavimento.

El diseño del espesor del pavimento se basa en el valor de la resistencia mecánica de este suelo. Las curvas de diseño mostrados en la Fig. SHNE-04 se basan en el indicador de la resistencia del suelo más difundido y que es el Valor Soporte de California o **C.B.R.** (California Bearing Ratio)”.

2.5.2.11. Especificaciones Para Material de Lastrado

2.5.2.11.1. Granulometría

Se podrán utilizar los usos granulométricos de los materiales a emplearse como lastrado, siendo estos los siguientes:

Tabla 10

Granulometría para Material de Afirmado

Malla N°	A	B	C	D
2	100	100	--	--
1	--	75-95	100	100
3/8	30-65	40-75	50-85	60-100
4	25-55	30-60	35-65	50-85
10	15-40	20-45	25-50	40-70
40	8-20	15-30	15-30	25-45
200	2.8	5-15	5-15	8-15

Fuente: M.T.C: Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales.

Tendrá una tolerancia de:

- 6% máximo deberá retener la malla de 2"
- 40% máximo deberá pasar la malla de 4"

Resultados:

CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca = 45%

El valor calculado Indica que los materiales a usarse en la construcción del pavimento deberá tener un CBR al 100% de la Densidad Máxima del 65% como mínimo.

2.5.2.11.2. Requisito Para el Material de Lastrado

En general, los materiales granulares que conforman las capas del pavimento lastrado deberán tener las siguientes características:

“El tamaño máximo del agregado debe tener entre 2” con el objetivo de facilitar el mantenimiento, aumentar la resistencia y la durabilidad de capa, así como para mejorar el rodamiento de los vehículos.

El porcentaje pasante del tamiz N° 200 debe de estar entre 10 y 25% según sea el tamaño máximo del agregado, con la finalidad de reducir la permeabilidad de la capa y disminuir la infiltración de agua de las capas inferiores.

Los finos en una capa granular de rodadura sin revestimiento deben poseer un índice de plasticidad adecuado ya que los finos plásticos sirven como material cementante y ligante de la matriz granular, aumentando la durabilidad de la capa y reduciendo la pérdida del material de rodadura.

La capa del pavimento afirmado estará constituido por gravas naturales sin triturar, mezclados con la cantidad necesaria de finos locales para satisfacer la granulometría y plasticidad requeridas. Estas mezclas deberán experimentarse valores de CBR mayores de 65%, para ensayos de laboratorio en muestras moldeados al 100% de la máxima densidad Próctor (AASHTO 1-180), y dentro de un rango de contenido de humedad del 3% así mismo las pérdidas observadas en los ensayos de abrasión en la Máquina de los Ángeles no deberán tener pérdida al desgaste mayores al 50%.

En cuanto a las consideraciones constructivas de compactación, la capa de pavimento deberá tener una densidad mayor o Igual al 95% de la densidad máxima obtenida según el ensayo Próctor Modificado (Norma AASHTO 1-1 80-D)”.

2.5.2.12. Estudio de Pavimentos

MÉTODO DEL NAASRA: Según **OZROADS**, señala que NAASRA hoy Austroads “es el órgano principal en Australia para el transporte por carretera. Austroads produce los estándares de Australia para la construcción de carreteras y el diseño, así como directrices para la planificación urbana.

Una conferencia de la Commonwealth y Ministros de Estado de Transportes, en Melbourne en 1933 decidió que debía haber una conferencia anual de la autoridad estatal de carreteras ejecutivos. Como resultado, el Comisionado de NSW para Carreteras principales instigó la Primera Conferencia Anual de Autoridades carretera estatal (COSRA) y escribió en su invitación que "sería una buena cosa para que nos reunamos los hombres carretera interesados en el desarrollo de nuestros estados y de transporte instalaciones, y hay muchos problemas que se cree podría tratarse mejor en forma conjunta.

La primera reunión COSRA tuvo lugar en Melbourne durante 3 días en febrero de 1934. El programa se ocupa de asuntos como la organización de la conferencia, las finanzas carreteras y la legislación, la coordinación de la investigación y la difusión de información, junto con una serie de cuestiones técnicas. El principal beneficio de COSRA es que se dio a las autoridades de carreteras del Estado la oportunidad de descubrir lo que otros estados estaban haciendo. En lugar de cada estado tratando de resolver los mismos problemas, podrían hacer una contribución independiente pero coordinada a la solución.

Hubo dos reuniones cada año, uno de los cuales los responsables de las autoridades de tráfico del estado asistieron y el otro que era una reunión de sus oficiales técnicos. Las reuniones técnicas abordan cuestiones de ingeniería y prácticas de política en detalle, ayudando a crear innovaciones que luego se convirtieron en algo común, como un método estándar para el uso de hitos o cuestiones más complejas como la carga de diseño de puentes.

En 1939, la conferencia fue pospuesta indefinidamente debido a la Segunda Guerra Mundial y no se reanudó hasta 1945.

Según el **MTC** después de la guerra, COSRA se reanudó y una de las cuestiones clave abordadas por la Conferencia fue la de señalamiento de la ruta. COSRA trabajó para elaborar un plan maestro para un esquema de la ruta nacional marcado en 1954, diseñado para producir un sistema de navegación que fue consistente a través de todo el país, independientemente de las fronteras estatales. La primera ruta que se firmó como un ensayo fue la Ruta Nacional 31 (Hume Highway) en 1954 y el plan fue ampliamente exitosa. Para mantener el sistema nacional, COSRA fue inculcado como la autoridad de coordinación - todas las propuestas de cambios en el sistema de la Ruta Nacional tenían que ser aprobados por COSRA. La Secretaría de COSRA lleva un registro de las rutas nacionales aprobadas, sin embargo, este registro parece haber sido destruidos o perdidos como parece que no puede recuperarlo.

El nombre de la conferencia fue cambiado a la Asociación Nacional de Autoridades Australia State Road '(NAASRA) en octubre de 1959 para reflejar su crecimiento en una organización, no sólo a una conferencia. En 1960 NAASRA creó la Junta de Investigación del Camino australiano (ARRB) para coordinar mejor y fomentar la investigación en todos los aspectos de la carretera de decisiones, la planificación y la gestión.

NAASRA continuó en COSRA dejó en la coordinación de los sistemas de señalización de ruta a través de Australia. Se establecieron directrices para garantizar la uniformidad en la señalización del sistema nacional de ruta y directrices desarrolladas para el establecimiento de un sistema de marcado de la ruta estatal”.

Tomando en consideración los criterios procedentes, los resultados de los ensayos de laboratorio, las observaciones de campo la experiencia acumulada en estudios anteriores para el análisis del CBR de la subrasante se tomará un CBR Promedio de 3.33 % diseño.

2.5.2.13. Diseño Estructural

En el diseño de un pavimento moderno, es de primera importancia evaluar las cantidades y los pesos de las cargas por eje supuestos a aplicarse al pavimento durante un período de tiempo dado. Las investigaciones nos muestran que el efecto sobre el comportamiento del pavimento, de una carga por eje de mayor, puede representarse por una cantidad equivalente a 8.2 Tn de aplicación de carga por eje simple.

Como referencia del cálculo se presenta la tabla siguiente, para períodos de 5 y 10 años

Tabla 11*Estudio de IMDA*

IMDA	Veh.	5 años (carril de diseño)		10 años (carril de diseño)	
(total	Pesados	N°	N°	N°	N°
ambos	(carril de	Repeticione	Repeticione	Repeticione	Repeticione
sentidos)	diseño)	s EE 8.2 tn	s EE 8.2 tn	s EE 8.2 tn	s EE 8.2 tn
10	3	13,565	1.36E+04	15,725	1.57E+04
20	6	27,130	2.71E+04	31,451	3.15E+04
30	9	40,695	4.07E+04	47,176	4.72E+04
40	12	56,197	5.62E+04	65,148	6.51E+04
50	15	67,824	6.78E+04	78,627	7.86E+04
60	17	75,576	7.56E+04	87,613	8.76E+04
70	20	96,892	9.69E+04	112,324	1.12E+05
80	23	104,643	1.05E+05	121,310	1.21E+05
90	26	122,084	1.22E+05	141,528	1.42E+05
100	28	131,773	1.32E+05	152,761	1.53E+05
110	31	147,275	1.47E+05	170,733	1.71E+05
120	34	160,840	1.61E+05	186,458	1.86E+05
130	37	172,467	1.72E+05	199,937	2.00E+05
140	40	187,970	1.88E+05	217,909	2.18E+05
150	43	203,473	2.03E+05	235,881	2.36E+05
160	45	209,286	2.09E+05	242,620	2.43E+05
170	48	226,727	2.27E+05	262,838	2.63E+05
180	51	236,416	2.36E+05	274,071	2.74E+05
190	54	253,856	2.54E+05	294,289	2.94E+05
200	56	265,483	2.65E+05	307,768	3.08E+05
250	71	335,245	3.35E+05	388,641	3.89E+05
300	84	399,194	3.99E+05	462,775	4.63E+05
350	99	468,956	4.69E+05	543,648	5.44E+05
400	112	529,029	5.29E+05	613,289	6.13E+05

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

Interpolando del cuadro anterior se obtiene: **Nrep de EE8.2 Tn** = 7.46×10^4

2.5.2.14. Tipos de Tránsito

Según el autor del Libro Carretera, Calles y Aeropistas del Ing. Raúl Valles Rodas:

Los diferentes tipos de tránsito que se considera para el método de espesores de afirmado son los siguientes:

Tránsito Ligero (Liviano): Es aquel que tiene un tránsito comercial menor de 50 camiones y autobuses diarios.

Tránsito Mediano: Aquel cuyo tránsito comercial está comprendido entre 50 y 300 camiones y autobuses diarios.

Tránsito Pesado: Aquel que tiene un tránsito comercial mayor de 300 camiones y autobuses diarios.

En todo los casos que se vienen de describir, se supone que un máximo del 15% de vehículos, tiene una carga por rueda de 9,000 las. (5.364 Kilogramos).

Tabla 12

La clase de tráfico que circula por el tramo en estudio

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	< 15	16 - 50	51 - 100	101 – 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	< 6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
Nº Rep. EE (carril de diseño)	< 2.5x10 ⁴	2.6x10 ⁴ - 7.8x10 ⁴	7.9x10 ⁴ - 1.5x10 ⁵	1.6x10 ⁵ - 3.1x10 ⁵

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de grava o afirmado, se desarrolló el método de NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities (hoy AUSTROADS)).

Método NAASRA

Basada en la ecuación empírica que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado expresado en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes:

$$e = \left[219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2 \right] * \log_{10} (Nrep / 120)$$

Dónde:

e = Espesor de la capa de afirmado en mm.
 CBR = Valor del CBR de la subrasante.
 Nrep = Número de repeticiones de EE para el carril de
 Diseño

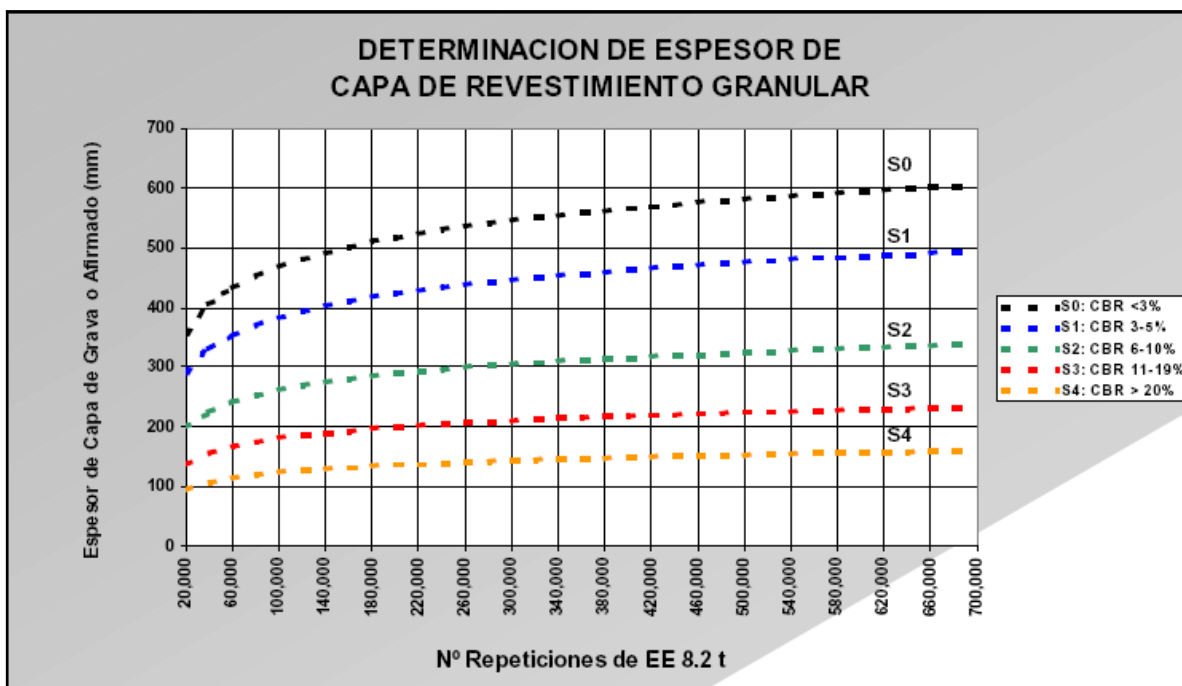


Figura 6. Determinación de espesor de capa de revestimiento granular (Fuente: Elaboración en base a la ecuación de diseño del método NAASRA)

Para los tráfico tipo T2, T3 y T4 el espesor total determinado, está compuesto por dos capas: una capa superficial que es una grava estabilizada con finos ligantes y una capa inferior de grava drenante, cuya diferencia depende del tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla.

En todo caso se podrá optimizar las secciones de pavimento propuestas, para lo cual se analizará las condiciones de la subrasante, la calidad de los materiales de las canteras, la

demanda específica de tráfico en el tramo y se determinarán los espesores necesarios de la nueva estructura del pavimento; en caso, de que el tramo tenga una capa de afirmado, se aprovechará el aporte estructural de la capa existente, solo se colocará el espesor de afirmado necesario o el mínimo constructivo (100mm) para completar el espesor obtenido según la metodología de diseño adoptada.

Según la gráfica del método, para determinar el espesor de la capa granular de rodadura, se deberá conocer la capacidad soporte del suelo (C.B.R.) del terreno de fundación, la intensidad del tráfico, en número de ejes equivalentes al eje estándar de 18,000 libras de carga, en el periodo de diseño y la calidad de material a emplear como capa granular.

Calculo de Esal: Según **Cuevadelcivil.Com** “se utiliza para determinar el efecto destructivo, dependiendo de las cargas y tipo de ejes de los vehículos.

Es la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips (8,16 t = 80 kN) para un periodo determinado, utilizamos esta carga equivalente por efectos de cálculo ya que el transito está compuesto por vehículos de diferente peso y numero de ejes.

Los ejes equivalentes se los denominara ESAL's (equivalent simple axial load – sencilla carga axial equivalente)”.

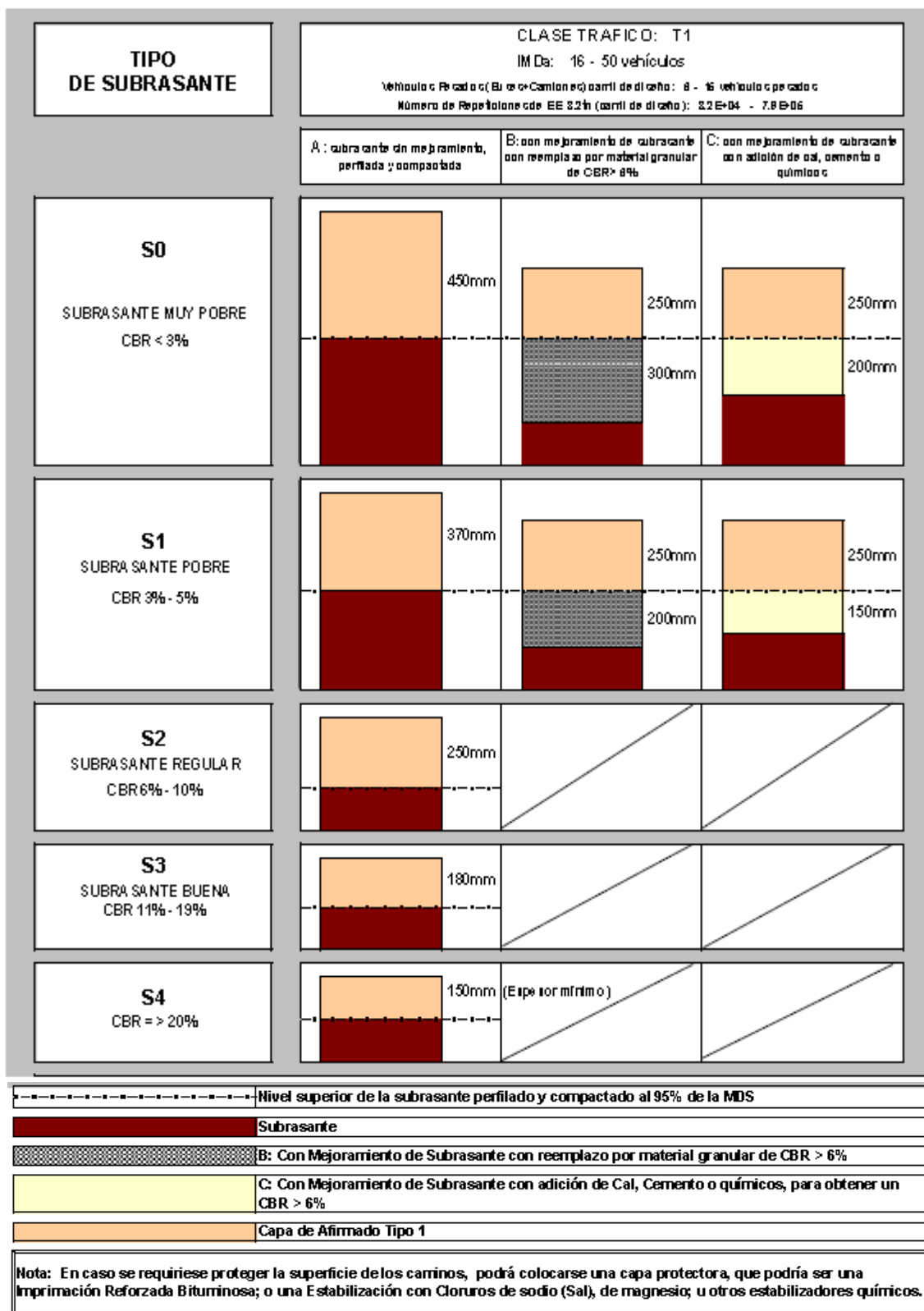


Figura 7. Catalogo de Capas de Revestimiento Granular (fuente: ministerio de transportes y comunicaciones)

2.5.3 Marco Conceptual: Definición de Términos Básicos

El Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, elaborado por el MTC, define lo siguiente:

Sistema Nacional.- Que corresponde a la red de carreteras de interés Nacional y que une los puntos principales de la Nación con sus Puertos y Fronteras.

Sistema Departamental.- Compuesto Por aquellas carreteras que constituyen la red vial circumscripita a la zona de un Departamento.

Sistema Vecinal.- Es el conformado por aquellas carreteras de carácter local y que une las aldeas y pequeñas Poblaciones entre sí.

Carreteras Duales.- Para IMD mayor de 4,000 Veh./día, consisten en carreteras de calzadas separadas

Carreteras de 1° Clase.- Para IMD comprendido entre 2,000 y 4,000 Veh/día

Carreteras de 2° Clase.- Para IMD comprendido entre 400 y 2,000 Veh/día.

Carreteras de 3° Clase.- Para IMD hasta 400 Veh./día

Trocha Carrozable.- No identifica IMD, constituye una clasificación aparte, pudiéndosele definir como aquellos caminos a los que les falta requisitos para poder ser clasificados en tercera clase.

Visibilidad de Parada.- Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo a una velocidad directriz.

Pendiente.- Cuesta o declive de un terreno, Angulo que forma un plano o línea con los horizontes.

Alcantarilla.- Paso bajo conducto para circular las aguas, acueducto subterráneo para recoger las aguas.

Cantera.- Sitio al aire libre o subterráneo de donde se extrae agregados grueso o fino otros materiales para la construcción.

Cubicación de Tierras.- En base a las secciones transversales se procede al areado de las mismas, separando las áreas de corte, de relleno y de muro. Luego se realiza la cubicación de tierras mediante el método de volúmenes mixtos.

2.5.4 Marco Historico

Sabemos que las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensables para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos. En ese sentido, el desarrollo de una nación depende en gran medida de la extensión y el estado de su red vial. En efecto, los caminos y carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y carga, que repercuten directamente en el progreso social, político y social.

En el Departamento de San Martín, como en todas las regiones de nuestro territorio, uno de los grandes problemas que atrasa el desarrollo integral, es entre otros, la falta y la intransitabilidad de las vías de comunicación. El tramo del camino vecinal San Pablo-Sector Peña Negra Km 0+000-Km 4+620 presenta en la actualidad los problemas que generan atraso, que dan origen a que los pobladores de las localidades de San Pablo y Sector Peña Negra, tengan la necesidad urgente de contar con una vía de acceso rápida, que pueda integrarse con la carretera Arq. Fernando Belaunde Terry, y por ende con los principales mercados para comercializar sus productos y elevar cuantitativamente el comercio y el movimiento económico de la zona en estudio.

Este proyecto ha sido largamente acariciado por los pobladores de las distintas localidades que se encuentra en el tramo en estudio. Desde mi punto de vista, considero que a fin de extender nuestro accionar social desde la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de nuestra Universidad Nacional de San Martín hoy estamos tomando acciones en la línea de lograr un proyecto que permita elaborar el expediente técnico correspondiente y por ende buscar el financiamiento para atender esta necesidad de dichas localidades.

2.6 Hipótesis

La ejecución del Diseño de Pavimento a nivel de afirmado del “ **Mejoramiento del Camino Vecinal San Pablo- Sector Peña Negra km 0+000 – km 4+620, l= 4.62 km, Distrito San Pablo, Provincia Bellavista - San Martín**”, nos permitirá elaborar el Expediente Técnico y por ende buscar el financiamiento correspondiente para atender la necesidad de los pobladores del lugar

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.Materiales

Para el presente trabajo se ha hecho uso de lo siguiente:

3.1.1. Recursos Humanos

Tesista

Asesor

Técnico de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Digitador

Ayudantes

3.1.2. Recursos Materiales y servicios

Ensayos de Laboratorio

Material bibliográfico

Material de escritorio

Movilidad y viáticos

3.1.3. Recursos de Equipos

01 Computadora

01 Estación Total, marca TOPCON, modelo GPT-3005 LW, completos.

01 Nivel Topográfico, marca TOPCON, modelo AT-G7, Completos.

02 GPS GARMIN.

01 computador portátil.

01 Plotter

3.2.Metodología de la Investigación

3.2.1. Universo y/o Muestra

Universo: Carreteras y Caminos de la Región San Martín

Población: Carreteras y Caminos de la provincia de Bellavista.

Muestra: Camino Vecinal San Pablo – Sector Peña Negra, Km 0+000 – Km 4+62

3.2.2. Sistema de Variables

Para probar la Hipótesis planteada, será necesario obtener los siguientes datos:

Variable Independiente:

Estudio Topográfico.

Estudio de Mecánica de Suelos.

Estudio de Tráfico.

Variables Dependientes:

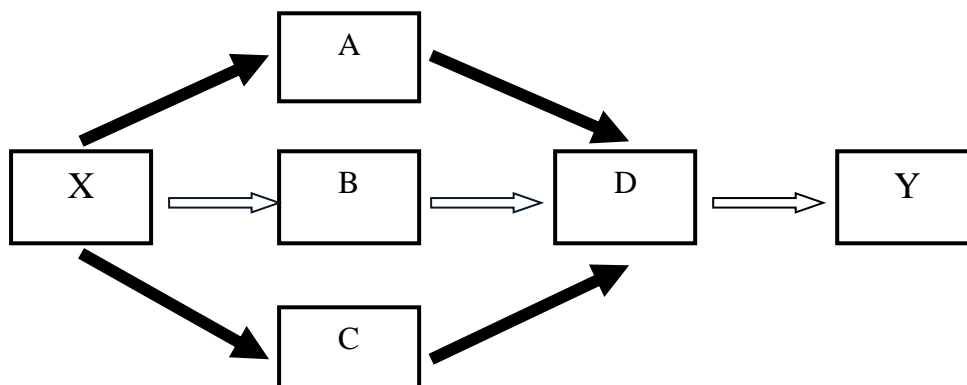
Diseño del Pavimento a Nivel de Afirmado del Camino San Pablo – Sector Peña Negra Km 0+000 – Km 4+620.

3.2.3. Tipos y Nivel de la Investigación

Tipo: Investigación aplicada

Nivel: Básico

3.2.3.1 Diseño del Método de la Investigación



X: Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.

A: Estudio Topográfico.

B: Estudio de Mecánica de Suelos.

C: Estudio de Tráfico.

D: Estudios de compatibilidad de procesos y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución.

Y: Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del diseño del pavimento a nivel de afirmado.

3.2.4. Diseño de Instrumentos

El levantamiento topográfico del Camino Vecinal será utilizado en la elaboración de los planos de planta, perfil y secciones del tramo en estudio.

Los datos recopilados del estudio de suelos en campo deberán ser sometidos a distintos tipos de Ensayos los cuales se llevarán a cabo en las instalaciones de Laboratorio de Mecánica de Suelos de R&R CONSULTORES S.C.R.L. ubicado en el Distrito de Tarapoto.

3.2.4.1. Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos

Se utilizará Bibliografía Variada y adecuada para la Investigación, las cuáles se detallan en el marco teórico y en las referencias bibliográficas.

3.2.5. Procesamiento de la Información

Los Procesamientos y presentación de Datos se realizará de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas de Diseño de Carreteras, y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

Con respecto al estudio de suelos realizado se utilizará el CBR en el diseño del espesor del pavimento y la calidad del agregado en la conformación de la subrasante y afirmado, los cuales se presentan en los diferentes anexos del presente estudio.

3.2.6. Análisis e Interpretación de Datos y Resultados

El análisis se hará a través del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, aprobado con Resolución Ministerial N° 303-2008-MTC/02 del 04/04/2008, así como la interpretación de los distintos ensayos a realizarse, se utilizará las Normas ASTM.

MÉTODO DEL NAASRA: Según **OZROADS**, señala que NAASRA hoy Austroads “es el órgano principal en Australia para el transporte por carretera. Austroads produce los estándares de Australia para la construcción de carreteras y el diseño, así como directrices para la planificación urbana

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1.Estudios de Topografía

Los proyectos geométricos se basan en los Levantamientos Topográficos y de Georeferenciación medidos con un GPS expresado en el sistema de WSG84, donde el objetivo fundamental es la georeferenciación el eje de la vía y elementos puntuales del terreno y plasmarlos en planos 2D y 3D para que estos representen con la mayor precisión la información resultante de campo.

El estudio básico de Topografía para la vía forma parte del estudio ha sido elaborado en base a los términos de Referencias de uso para este tipo de trabajos, correspondiendo a una precisión de segundo orden y teniendo en cuenta las restricciones naturales del terreno: así como del diseño de la obra de arte y drenaje definidos a instalarse.

Con el empleo de Wincha de 50 m de longitud y jalones y personal calificado se procedió a medir el eje del camino existente y el estacado y pintado de las progresivas a cada 50m con color rojo. En cada kilómetro el pintado de la progresiva fue con fondo blanco.

Una vez estacado se procedió a realizar el seccionamiento con una cuadrilla provista con eclímetros, winchas y estacas, seccionando cada 20 m en tangentes y cada 10 m en curvas. Durante y una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software AutoCAD Civil 3D 2015, elaborando planos topográficos de planta, perfil y secciones a escala adecuadas.

4.1.1. Equipos empleados

Un GPS Navegador, marca Garmin, modelo Montana 600, con error de aproximación +/- 3 m.

4 Jalones de madera.

2 winchas de 50 m. nuevos.

1 Eclímetros nuevos.

Libreta de campo.

Pinturas y aerosoles.

Estacas de madera.

Un operador de GPS, 1 seccionadores y 4 ayudantes de campo.

4.1.2. Trabajos de Campo

Para ejecutar los trabajos de campo, se realizó previamente un programa relacionado con todas las necesidades y requerimientos para esta actividad así como para atender a las distintas disciplinas que intervienen en el proyecto.

4.1.3. Alineamiento horizontal y perfil longitudinal

El alineamiento horizontal de la carretera a mejorar y rehabilitar se ha basado en aprovechar al máximo la plataforma existente en el tramo existente, tratando de respetar en lo posible las características geométricas actuales, pero tomando en consideración la necesidad de mejorar la geometría de la vía, cumpliendo los parámetros establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014) y el Manual de Diseño de carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito – 2008.

En todo su recorrido el camino se desarrolla totalmente en terrenos ondulados y poco accidentados propios de la región ceja de selva, por lo que el alineamiento del camino, presentan curva de volteo, curvas cerradas, presentado tangentes considerables.

Los trabajos de determinación del alineamiento horizontal y perfil longitudinales realizo de la siguiente manera: se instaló el GPS sobre las manos del operador. Luego de alcanzar una buena recepción de satélites (mínimo 5 satélites) con buena señal, se procedió a realizar el recorrido por todo el recorrido de las tres rutas del camino vecinal a pie. De esta manera se obtuvo el ruteo de la carretera, para luego procesarlos mediante el CIVIL 3D y obtener eje de la carretera existente.

El alineamiento horizontal de replanteo se ha realizado de acuerdo a los requerimientos de los Términos de Referencia, así como se indica a continuación:

Tramos en tangente : estacado cada 20 m;

Tramos en curvas : estacado cada 10 m;

Tramos en curvas de volteo : estacado cada 10 m

Tabla 13*Elementos de curva Km 04+620.00*

Vº PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	Ext.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE	P%	SA
0	I	180º00'00"	0.000	0.000	0.000	0.000	0+000.000	0+000.000	0+000.000	9246846.224	325772.670	0	0.00
1	D	50º10'10"	30.000	14.043	26.269	3.124	0+083.578	0+069.535	0+095.803	9246925.797	325798.234	8	2.00
2	I	1º50'30"	0.000	0.000	0.000	0.000	0+178.365	0+178.365	0+178.365	9246962.017	325887.792	0	2.00
3	I	1º50'30"	150.00	5.15	10.30	2.18	0+178.365	0+296.54	0+300.69	9246962.017	325887.792	0	2.00
4	D	3º56'10"	150.000	5.154	10.305	0.089	0+464.156	0+459.002	0+469.306	9247104.247	326057.147	4	0.60
5	I	83º57'20"	10.000	8.997	14.653	3.452	0+650.072	0+641.075	0+655.728	9247277.938	325990.831	8	6.60
6	D	103º17'30"	10.000	12.638	18.028	6.115	0+672.967	0+660.329	0+678.357	9247271.213	325965.470	8	6.60
7	D	26º26'50"	50.000	11.749	23.080	1.362	0+840.136	0+828.387	0+851.466	9247445.564	325960.719	7	1.30
8	I	0º54'40"	0.000	0.000	0.000	0.000	0+870.233	0+870.233	0+870.233	9247473.246	325973.562	0	1.30
9	D	32º20'30"	100.000	28.997	56.447	4.119	0+929.588	0+900.591	0+957.037	9247527.479	325997.680	5	0.80
10	I	24º24'50"	80.000	17.307	34.088	1.851	1+078.136	1+060.829	1+094.917	9247610.724	326122.578	6	0.90
11	D	26º04'30"	60.000	13.893	27.306	1.588	1+166.450	1+152.557	1+179.862	9247686.144	326169.527	6	1.10
12	I	30º07'50"	60.000	16.150	31.553	2.136	1+243.554	1+227.404	1+258.956	9247727.283	326235.307	6	1.10
13	I	5º50'20"	100.000	5.100	10.191	0.130	1+363.110	1+358.010	1+368.201	9247833.656	326291.502	5	0.80
14	D	26º06'00"	80.000	18.543	36.442	2.121	1+531.177	1+512.634	1+549.076	9247989.484	326354.488	6	0.90
15	I	73º06'00"	30.000	22.239	38.275	7.344	1+658.889	1+636.650	1+674.925	9248075.187	326450.040	8	2.00
16	I	13º55'40"	100.000	12.214	24.309	0.743	1+857.440	1+845.226	1+869.534	9248260.774	326363.546	5	0.80
17	D	12º18'20"	100.000	10.780	21.477	0.579	2+002.202	1+991.422	2+012.899	9248373.501	326272.530	5	0.80
18	I	39º15'40"	80.000	28.535	54.819	4.937	2+114.452	2+085.917	2+140.736	9248473.932	326222.209	6	0.90
19	I	36º55'40"	70.000	23.373	45.116	3.799	2+434.371	2+410.998	2+456.114	9248605.618	325928.181	6	1.00
20	D	57º06'40"	40.000	21.768	39.871	5.540	2+539.476	2+517.708	2+557.579	9248581.969	325824.100	7	1.50
21	D	49º14'50"	50.000	22.917	42.976	5.002	2+894.964	2+872.047	2+915.024	9248832.848	325567.096	7	1.30
22	I	153º20'10"	35.000	147.693	93.668	16.783	3+290.574	3+142.881	3+236.549	9249230.548	325591.805	8	1.70
23	I	34º34'50"	25.000	7.782	15.089	1.183	2+963.373	3+355.591	3+370.680	9248993.337	325453.639	8	2.30
24	D	27º31'20"	25.000	6.123	12.009	0.739	3+411.458	3+405.335	3+417.344	9248944.917	325457.331	8	2.30
25	D	113º15'20"	35.000	53.136	69.184	28.628	3+513.505	3+460.369	3+529.553	9248850.877	325417.102	8	1.70
26	D	22º58'00"	50.000	10.157	20.042	1.021	3+608.055	3+597.898	3+617.940	9248946.236	325326.350	7	1.30
27	I	11º18'10"	50.000	4.948	9.864	0.244	3+848.925	3+843.977	3+853.841	9249171.934	325241.439	7	1.30
28	D	27º29'10"	100.000	24.457	47.972	2.947	3+998.375	3+973.918	4+021.890	9249298.814	325162.405	5	0.80
29	I	30º29'20"	50.000	13.626	26.607	1.824	4+156.324	4+142.698	4+169.304	9249457.230	325150.123	7	1.30
30	I	30º19'50"	60.000	16.263	31.762	2.165	4+280.956	4+264.693	4+296.455	9249559.951	325078.409	6	1.10
31	D	28º08'10"	50.000	12.530	24.553	1.546	4+441.317	4+428.787	4+453.341	9249627.405	324932.084	7	1.30
32	I	50º01'10"	60.000	27.991	52.380	6.208	4+500.679	4+472.688	4+525.068	9249675.146	324895.960	6	1.10
33	----	----	----	----	----	----	4+620.000	----	----	9249681.293	324773.192	6	1.10

Complementariamente se han realizado seccionamientos de los cauces de ríos, quebradas, etc. para poder hacer la proyección de las obras correspondiente.

Los planos relativos al perfil longitudinal y sub rasante se han dibujado en las siguientes escalas:

- horizontal : 1/2000
- vertical : 1/200

4.1.4. Secciones Transversales

Las secciones transversales fueron tomadas en el campo con eclímetro sobre el estacado del eje entre 25 m. a 30 m. a cada lado del eje.

Sobre el estacado se procedió a realizar el seccionamiento con dos cuadrillas provistas con eclímetros, winchas y estacas, seccionando cada 20 m en tangentes y cada 10 m en curvas.

Todos estos trabajos han servido para ejecutar el relleno topográfico (Generación de Curvas de Nivel) a lo largo de todo el trazado, con el programa computarizado AutoCAD Civil 3D 2015.

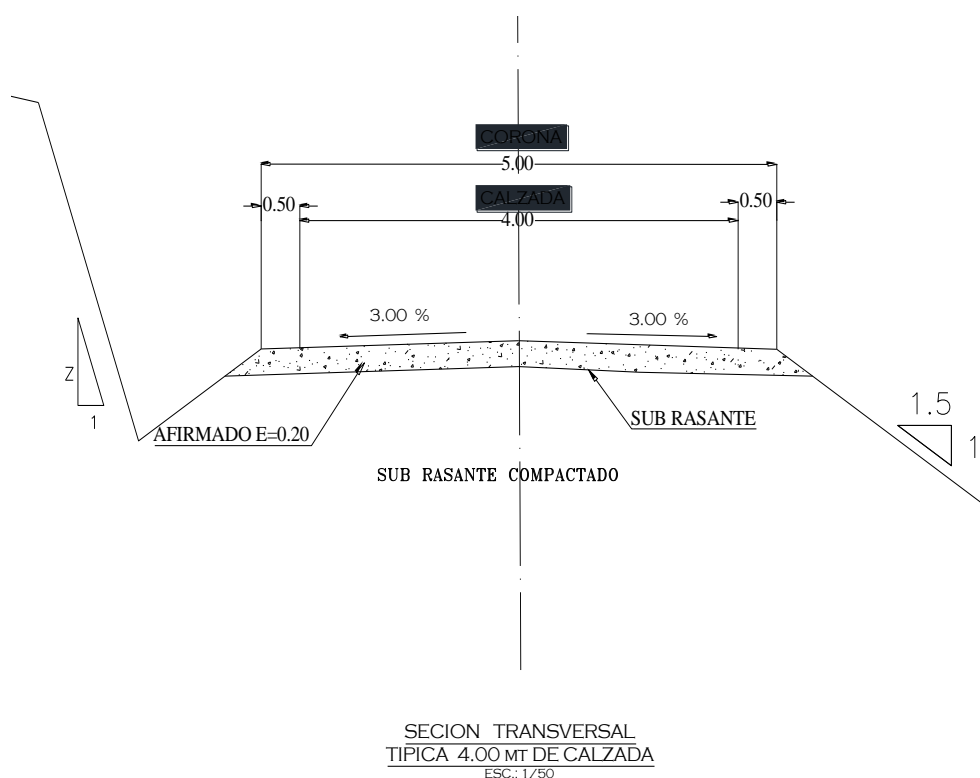


Figura 8. Sección transversal típica

4.2. Estudio de Mecánica de Suelos

4.2.1. Tipos de Suelo de la Subrasante

En la tabla N° 10, se describen los tipos de suelos encontrados según los estudios de suelos **ANEXO N° 04 Estudio de Mecanica de Suelos** en cada una de las calicatas según la clasificación SUCS y AASHTO

Tabla 14

Tipos de suelos de la sub-rasante

N°	PROG. (Km)	PROF. (m)	SUCS	AASHTO	M.D.S gr/cm ³	O.C.H. (%)	C.B.R. (%)		OBSERVACIONES
							100% MDS	95% MDS	
1	00+000	0.10-1.50	CL	A-6(9)	1.863	13.00	13.00	10.60	Subrasante de regular
2	01+000	0.15-1.50	CL	A-7-6(16)	1.735	15.00	3.90	2.90	Subrasante de Pobre a regular
3	02+000	0.10-1.50	CL	A-7-6(14)	1.77	13.90	7.80	6.10	Subrasante regular
4	03+000	0.20-1.50	CL	A-6(11)	1.92	10.80	14.60	12.30	Subrasante Regular
5	04+000	0.20-1.50	CH	A-7-6(20)	1.728	15.60	3.40	2.60	Subrasante de Pobre a regular
6	05+000	0.15-1.50	CH	A-7-6(18)	1.729	15.50	3.50	2.80	Subrasante de Pobre a regular
7	06+000	0.10-1.50	CL	A-7-6(16)	1.740	14.90	4.00	3.10	Subrasante de Pobre a regular

Fuente: elaboración propia

4.2.2. Capacidad Portante (cbr)

En la tabla n° 11, se describen los valores del c.b.r. según los estudios de suelos **anexo n° 04 Estudio de Mecanica de Suelos** en cada una de las calica valores de c.b.r

Análisis de la Subrasante en Función al C.B.R.

CBR PROMEDIO

CBR AL 100%(%)	CBR AL 95%(%)
8.90	6.90

El material predominante en la sub rasante, permite mantener un criterio homogéneo y determinar el valor promedio de CBR, tomando de esta manera valores promedio, ya que la mayoría son parecidos.

Según el cuadro de resumen N° 07, y teniendo en cuenta los cuadros N° 05 y N° 06, podemos caracterizar el tramo como de Sub- Base **REGULAR**. Teniendo que mejorar la sub – Rasante en un 20%.

4.3. Estudio de Canteras

El material de la capa anticontaminante será arena no plástica, además debe cumplir las relaciones de diámetros entre el material que está por colocarse (el material anticontaminante) y el suelo de sub rasante, que a continuación se indica:

(a) Para impedir el movimiento de las partículas del suelo hacia el material filtrante:

$$\frac{D_{50}}{S_{50}} = \leq 25 \qquad \frac{D_{15}}{S_{85}} = \leq 5$$

(b) Para impedir el movimiento de las partículas del suelo hacia el material filtrante, cuando el terreno tiene una granulometría uniforme:

$$\frac{D_{15}}{S_{85}} = \leq 4 \qquad \frac{D_{50}}{S_{50}} = \leq 25$$

(c) Para que el agua alcance fácilmente el dren:

$$\frac{D_{15}}{S_{15}} = \geq 5$$

En estas relaciones:

D_x: Corresponde a la abertura del tamiz por el cual pasa el x% en peso del material de la capa anticontaminante.

S_x: Corresponde a la abertura del tamiz por el cual pasa el x% en peso del material del suelo.

El material para capa anticontaminante se podrá tomar de las canteras:

4.3.1. Cantera Rio Sisa.

Antes de su aplicación estos materiales deberán ser zarandeados por un tamiz de tam. máx. $\frac{3}{4}$ ", para obtener la arena.

4.3.2. Cantera de Afirmado

La zona de estudio no cuenta con una cantera que cumpla individualmente los requisitos para conformación de la capa de Afirmado de tal manera que se tomara de la cantera **Perhuate** ubicado en la localidad del mismo nombre, para llegar a esta cantera se tomara la vía que desde la localidad de Jose Pardo, hasta la localidad de San Pablo – Consuelos tomando desde esta localidad por la via asfaltada, tramo Consuelo – Bellavista, a 18 km. Se encuentra la localidad de Perhuate, la cantera tiene un acceso de 1,200 m.

4.4. Estudio de Trafico

Se realizará la determinación del Índice Medio Diario (IMD), el cual será definido en base al conteo de vehículos que usualmente atraviesan la vía y a la realización de encuestas. Esto nos permitirá realizar el diseño del camino vecinal y definir su geometría, de acuerdo a las siguientes características:

Caminos de Bajo Transito ($IMD < 15$ veh/día).

Caminos de transito intermedio ($15 \text{ veh/día} < IMD < 50 \text{ veh/día}$).

Caminos de Alto Transito ($IMD > 50 \text{ veh/día}$).

La realización del estudio del tráfico es importante porque tiene como objetivo conocer la cantidad de vehículos que transitan por el camino en estudio, el cual es un elemento muy importante en el estudio socioeconómico y en la determinación de las características geométricas de diseño del camino.

4.4.1. Resultados Directos del Conteo Vehicular

La información del tráfico a obtener nos servirá para desarrollar y calibrar modelos de simulación de demanda de transportes. Es importante porque proporciona información para el planeamiento del sistema de transporte:

Para comparación sobre volumen de tráfico entre unas vías y otras, a los efectos de cualquier programa de transportes.

Justificación económica de las inversiones en las que el tráfico puede intervenir como variable.

Establecimientos de señalización.

Asignaciones de tráfico a futuro.

Itinerarios de rutas de empresas de transportes.

Determinación de las necesidades de infraestructura, tales como:

Mejoramiento de la carretera.

Construcción de nuevas carreteras.

Diseño del tipo de superficie de rodadura.

Mejoramiento de carreteras.

Mantenimiento de carreteras.

Tabla 15

Estado Situacional del Camino Vecinal en Estudio

Distrito	Camino Vecinal		Vía Longitud (Km.)	Estado	Tráfico		Población Total Servida
	Desde	Hasta			Ligero	Pesado	
San Pablo	San Pablo	Sector Peña Negra	(4.620 Km)	Malo	13	05	2,735

Fuente: Estudio de Trafico – Elaboración Equipo Técnico

Tabla 16

Conteo de Trafico del Camino Vecinal

Día	Auto	Station Wagon	Camionetas			Camión		Total	Porc. %
			Pick Up	Panel	Rural Combi	2 E	3 E		
Lunes	3	6	4	0	0	4	2	19	15.08
Martes	2	5	5	0	1	3	1	17	13.49
Miércoles	5	0	5	0	1	5	0	16	12.7
Jueves	2	6	4	0	2	2	2	18	14.29
Viernes	4	5	5	0	1	2	2	19	15.08
Sábado	4	5	5	0	1	2	2	19	15.08
Domingo	5	2	5	0	1	5	0	18	14.29
Total	25	29	33	0	7	23	9	126	100.00
Imds	4	4	5	0	1	3	1	18	
Fc	1.03349	1.03349	1.03349	1.03349	1.03349	1.05547	1.05547		
Imda	4	4	5	0	1	3	1	18	

4.4.2. Calculo del IMD

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo, en Índice Medio Diario (IMD), se utilizó la siguiente fórmula:

$$IMDa = IMDs * FC.$$

Dónde:

IMDa : Índice Medio Anual.

IMDs : Índice Medio Semanal.

FC : Factor de Corrección Estacional.

Tabla 17

Trafico Veh. Conteo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	3	20.00
Station Wagon	4	0.00
Camioneta	6	50.00
Micro	0	0.00
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	3	30.00
Camión 3E	1	0.00
Imds	12	100.00
FC		
Imda	12	

Fuente: Tesista – Junio 2015

4.4.3. Proyecciones del Tráfico

En el caso del flujo de vehículos de pasajeros, de carga se observa que tiene como origen y/o destino el Distrito de San pablo – sector de Peña negra y el límite con la provincia de Picota, Distrito de la Provincia de Bellavista, así como la ciudad de Tarapoto.

En el flujo de vehículos de pasajeros, considerando solo los vehículos ligeros, como origen y/o destino del tráfico San Pablo – Sector Peña Negra, y el límite con la provincia de Picota y la ciudad de Tarapoto y la costa peruana, las comunidades donde se desarrolla la carretera se observa claramente que prevalece el flujo de tráfico local.

Tabla 18*Proyección de Tráfico - Con Proyecto*

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	13.00	13.00	13.00	14.00
Automovil	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Camioneta	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
C.R.	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Generado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Automovil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camioneta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C.R.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMD TOTAL	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	13.00	13.00	13.00	14.00

Se consideraron los siguientes: Tasa de crecimiento por región en % $r_{vp} = 2.60$ Tasa de crecimiento anual de la población (Para vehículos de pasajero) $r_{vr} = 3.60$ Tasa de crecimiento anual del PBI regional (Para vehículos de carga).

4.4.4. Análisis de la Información y Obtención de Resultados

Los conteos volumétricos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como su composición vehicular y variación diaria.

Luego de la consolidación y consistencia de la información recogida de los conteos, se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico en la vía, por día, tipo de vehículo, y el consolidado de ambos sentidos. El resumen se incluye en el texto del Informe.

Los resultados obtenidos del conteo de vehículos serán expresados en términos de IMD Anual, corregidos por su factor correspondiente.

Para el análisis de la composición de los vehículos, se clasificaron en vehículos ligeros (autos, camionetas), camionetas rurales y microbuses, omnibuses y vehículos pesados (camiones de 2 ejes, 3 ejes y otros).

En los cuadros del anexo se resumen los recuentos de tráfico y la clasificación diaria. Los resultados están expresados en cifras absolutas y relativas (porcentajes) respectivamente.

4.5. Estudio de Drenaje

A lo largo de la vía se han encontrado un río y una quebrada, cauces con flujos de agua permanentes, estos amerita obra de gran envergadura, el resto no está considerado ejecución alguna, sin embargo, se tienen indicios que en época de lluvia con períodos de retorno considerables, las zonas existentes a lo largo del trazo se activan. Por lo tanto, las Obras de Cruce (alcantarilla) como las Obras de Alivio de Cunetas (alcantarilla), su elección dependerá de las características del flujo, de la topografía y de la economía en el dimensionamiento de las Obras de Arte.

Por lo tanto, el sistema conformado por cunetas de base que desfogan sus aguas en las alcantarillas de alivio y estas a su vez a los cursos de agua permanentes, constituyen el Sistema de Drenaje Superficial que se planteará para el mejoramiento de la carretera.

El diseño estructural de las estructuras de drenaje se rige a lo especificado en la Norma Técnica 060. Concreto Armado, así como a lo expresado en la Norma E-030 Diseño Sismo resistente en lo que fuere aplicable.

4.5.1. Cunetas y Bombeo

Las cunetas tendrán en general sección triangular y se proyectarán para todos los tramos al pie de taludes de corte. Según, el Manual las dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviométricas, siendo las dimensiones mínimas aquellas indicadas en el Cuadro siguiente:

Tabla 19*Dimensiones Mínimas de Cunetas*

Región	Profundidad (M)	Ancho (M)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy Lluviosa	0.50	1.00

Fuente: Cuadro 4.3.1a del Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito.

Estos elementos de Drenaje Superficial se proyectan con la finalidad de evacuar las aguas de precipitaciones pluviales que discurren por la calzada, a través del bombeo, se ha considerado cunetas de sección transversal de 0.50x1.00 m con talud 1:1.5 y variable según el talud de reposo de la ladera, sin revestir a lo largo de la carretera.

Para el control del agua de precipitación que cae en la plataforma se contempla la construcción de un bombeo transversal del 2.5%, para las secciones en tangente y de un peralte mínimo de 20%, para las secciones en curva, en la capa de afirmado y sub rasante, con la finalidad de conducir el escurrimiento superficial hacia las cunetas.

Sólo se han proyectado la formación de cunetas en tierra con la finalidad de conducir las aguas del escurrimiento superficial hacia las alcantarillas y/o puntos de descarga.

4.5.2. Cunetas

Las estructuras de drenaje longitudinal denominadas cunetas se instalan con la finalidad de atrapar las aguas de esorrentía superficial en aquellas zonas donde la carretera se desarrolla aledaña a un talud natural y en donde se cuente con disponibilidad de área para atrapar aquellas aguas de esorrentía que inciden directamente sobre la vía. Toda la recolección del agua será conducida hasta las estructuras de evacuación transversal y a su vez hacia el dren natural de la zona. El diseño de las cunetas contempla las siguientes consideraciones climáticas y geométricas:

4.5.2.1.Determinación de la zona húmeda de influencia:

Luego del reconocimiento de campo, revisión de información meteorológica, consulta a los pobladores y del análisis de precipitación, se determinó que la zona presenta una precipitación máxima de 34.20 mm para un tiempo de retorno de 10 años.

4.5.2.2. Bombeo o Pendiente Transversal del Camino Vecinal

Con el fin de facilitar el ingreso de las aguas de escorrentía superficial que discurren sobre la superficie de rodadura y facilitar su orientación hacia las cunetas, se ha considerado una pendiente de 2.5% en el sentido transversal de la plataforma de la carretera.

4.5.2.3.Pendiente Longitudinal del Camino Vecinal

Todo el tramo de la carretera supera la pendiente mínima que se especifica en las Normas Peruanas de Carreteras.

4.5.2.4.Sección Geométrica de la Cuneta

De acuerdo a las condiciones Hidrológicas y topográficas, la sección geométrica de las cunetas será de forma triangular y de tierra, cuyos taludes tanto interno como externo son las que se indican en el plano respectivo.

4.5.2.5.Pendiente longitudinal de la Cuneta

La pendiente longitudinal de la cuneta se ha adoptado igual a la pendiente del trazo vial.

4.5.2.6.Longitudes de Tramo

La longitud de recorrido de un tramo de cuneta, para el presente estudio, se ha detectado que depende de varios factores, tales como: ubicación de entregas naturales, ubicación de puntos bajos que presenta el perfil de la carretera, caudales de recolección en un tramo según los niveles de precipitación.

4.5.3. Criterios de Diseño:

Considerando que la longitud del tramo ($L = 19.833\text{Km}$) y siendo la condición homogénea, se ha analizado el caso típico más desfavorable:

La mayor longitud de cuneta continua proyectada es 2658 metros, que es el caso más crítico que requiere análisis:

Considerando un ancho de 100 m. y la longitud de 400 m. indicada, el área de escurrimiento es:

$$A=400m*100m$$

$$A = 40,000 \text{ m}^2 (0.04 \text{ Km}^2)$$

$$C = 0.59 \text{ de } (K1+K2+K3+K4) \text{ de Cuadro N}^\circ 03$$

$$I = 34.20 \text{ mm/h. (del Cuadro N}^\circ 01)$$

Para el cálculo de caudal aplicamos la Fórmula Racional:

$$Q = 0.278 * C * I * A$$

Según el cálculo realizado para alcantarillas, dada las mismas condiciones, se tiene que el caudal de diseño para cunetas es:

$$Q_d = 0.224 \text{ m}^3/\text{s}.$$

4.5.3.1.Verificación de la Capacidad de las Cunetas

El cálculo de la velocidad y descarga se hará para las condiciones siguientes:

Pendiente predominante en el tramo: $S = 0.12$

Sección de la cuneta triangular: 1.00 m x 0.50 m de profundidad
(Cuadro N° 10)

Coeficiente de Manning: $n = 0.03$ (Cuadro N° 05)

Aplicando el Programa Hcanales y con la fórmula de Manning y los datos que se indican se tienen los resultados siguientes:

Cálculo del Caudal, sección Trapezoidal, Rectangular, Triangular

Lugar: San Martín - Alao Proyecto: Rehabilitación C.V.
Tramo: Revestimiento: S/R

Calculadora

Datos:

Tirante (y): 0.40 m
Ancho de solera (b): 0 m
Talud (Z): 1/1.5
Coeficiente de rugosidad (n): 0.03
Pendiente (S): 0.12 m/m



Resultados:

Caudal (Q): 0.5015 m³/s Velocidad (v): 3.1343 m/s
Área hidráulica (A): 0.1600 m² Perímetro (p): 1.1314 m
Radio hidráulico (R): 0.1414 m Espejo de agua (T): 0.8000 m
Número de Froude (F): 2.2377 Energía específica (E): 0.9007 m-Kg/Kg
Tipo de flujo: Subcrítico

Cuidado velocidad erosiva

Ejecutar Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal

Ingresar la pendiente del canal

Figura 9. Cálculo de caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular.

Para el caudal de diseño $Q_d = 0.224 \text{ m}^3/\text{s}$, la capacidad hidráulica de la cuneta que se está proyectando corresponde los valores a $Q_e = 0.5015 \text{ m}^3/\text{s}$.

$Q_d = 0.224 \text{ m}^3/\text{s} < Q_e = 0.5015 \text{ m}^3/\text{s}$OK

Con los resultados indicados, se concluye que la cuneta triangular de $0.50 \times 1.00 \text{ m}$, corresponde a una sección parcialmente llena; por lo que el borde libre le permitiría a la sección trabajar con cierto margen en el caso de obstrucción.

4.5.3.2. Verificación de la Velocidad en Cunetas

En el caso de flujos de aguas superficiales, se recomienda una velocidad mínima de 0.60 m/seg. con fines de que no se produzca sedimentación y velocidades máximas hasta de 6 m/seg. con fines de evitar la erosión.

Para las condiciones que se dan a continuación, que corresponde a las cunetas, se calcula la velocidad en las cunetas:

Área de la sección mojada de la cuneta : $A = 0.07147 \text{ m}^2$

Caudal a drenar : $Q_{\text{drenar}} = 0.224 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Luego velocidad en las cunetas será:

$V_c = \frac{Q_{\text{drenar}}}{A} = 3.1343 \text{ m/seg.}$

La velocidad en las cunetas $V = 3.1343 \text{ m/seg.}$, se encuentra dentro del rango establecido e indicado líneas arriba, por tanto no existirá sedimentación ni erosión.

4.5. Alcantarillas

Se ha hecho la inspección e inventario de las alcantarillas existentes, que se ubican desde el inicio del Camino Vecinal, Las Obras de arte que se encuentran posteriormente , en su totalidad están construidas de material rústico, es decir de madera no tratada y que serán remplazadas por alcantarillas de TMC.

Incorporación de alcantarillas nuevas en las zonas identificadas con cauces de quebradas definidas y aguas estancadas, para descarga de cunetas con sus respectivos aliviaderos en la entrada y salida de las mismas.

4.5.1. Fisiografía de la Cuenca.

La características geomorfológicos de la cuenca permite definir las características de distribución espacial temporal de las variables hidrológicas a fin de poderlas cuantificar, considerando para nuestro objetivo que el área y altitud media de la cuenca son elementos importantes, habiéndose obtenidos estos parámetros con la cartografía recopilada donde el área es de 137.51 Ha aproximadamente que representa el 40% de cuencas y áreas drenadas presentando la topografía por un relieve de ondulado a accidentado.

4.5.2. Metodología y Formulación del Estudio.

Es el estudio de recursos hídricos en la zona de selva baja frecuentemente se enfrenta al gran problema de carencia de información Hidrométrica adecuada, tanto en el tiempo como en el espacio. Las zona en estudio no es la excepción por la tanto obliga al desarrollo de diversas técnicas y criterios, cuyo objetivo es la transferencia de información al mismo tiempo rescatar aquellas informaciones siendo propia de la cuenca, aunque de corto

periodo puede ser utilizable. En el presente estudio se empleará esta relación de información obtenida.

4.5.3. Análisis Hidrológico.

El drenaje de lluvia que cae en las laderas y en la propia plataforma será evacuada por cunetas que evitara que el agua discorra sobre la plataforma lo que dañaría la plataforma de la carretera, para lo cual se ha proyectado la formación de cunetas en tierra a lo largo de toda la vía, el drenaje de quebradas se hace mediante alcantarillas metálicas TMC. Las que funcionan en su mayor capacidad en épocas de lluvia.

4.5.4. Calculo del Caudal a Drenar (Alcantarillas de Área de cuenca más Crítica)

Se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

En zonas lluviosas la longitud máxima permitida para el desfogue de las aguas que discurren por las cunetas es de 250 a 400 metros de longitud.

Como no se cuenta con datos hidrológicos de la zona se considerara una intensidad de lluvia de $I = 34.20 \text{ mm/Hr}$. La misma que es muy común en la zona por tratarse de una zona lluviosa.

$$A = 19.63 \text{ Ha (Segunda Área de la cuenca más crítico)}$$

$$C = 0.59 \text{ de } (K1+K2+K3+K4) \text{ de Cuadro N}^\circ 03$$

$$I = 34.20 \text{ mm/h.}$$

Se usara la formula racional:

$$Q = CIA/360.$$

Donde I = Intensidad de precipitación
 A = Área en Ha.
 C = Coeficiente de escorrentía.

Remplazando valores se tiene

$$Q_t = 1.100 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Para el cálculo de la precipitación pluvial que escurre por el pavimento se tiene:

$$C = 0.70 \text{ (Cuadro N° 04)}$$

$$I = 34.20 \text{ mm/h.}$$

$$A = 400 \times 2.00 = 0.080 \text{ ha.}$$

Remplazando valores en la formula se tiene:

$$Q_p = 0.0053 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Caudal total a drenar:

$$Q_d = Q_t + Q_p + Q_c = 1.100 + 0.0053 + 0.224 = 1.33 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

4.5.5. Verificación de la Capacidad de la Alcantarilla

El cálculo de la velocidad y descarga se hará para las condiciones siguientes:

Pendiente predominante en el tramo : $S = 0.05$

- Alcantarilla : $D = 36''$.
- Coeficiente de Manning: $n = 0.03$ (Cuadro N° 05) .

Cálculo del Caudal, sección Circular

Lugar: San Martin - Alao **Proyecto:** Rehabilitacion C.V.

Tramo: **Revestimiento:** S/R **Calculadora**

Datos:

Tirante (y) :	0.6804	m
Diámetro (d) :	0.9144	m
Rugosidad (n) :	0.03	
Pendiente (S) :	0.05	m/m

Diagrama:

Resultados:

Caudal (Q) :	1.6533	m ³ /s	Velocidad (v) :	3.1551	m/s
Area hidráulica (A) :	0.5240	m ²	Perímetro mojado (p) :	1.9027	m
Radio hidráulico (R) :	0.2754	m	Espejo de agua (T) :	0.7980	m
Número de Froude (F) :	1.2431		Energía específica (E) :	1.1878	m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	Supercrítico				

Botones: Ejecutar Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal

Ingresar el tipo de material del canal

Figura 10. Cálculo de caudal, sección circular

Aplicando el Programa Hcanales y con la fórmula de Manning y los datos que se indican se tienen los resultados siguientes:

$$Q_d = 1.33 \text{ m}^3/\text{seg} < Q_e = 1.65 \text{ m}^3/\text{seg} \dots\dots\dots\text{OK}$$

Con los resultados indicados, se concluye que la alcantarilla $D = 36'' = 0.9144 \text{ m.}$, corresponde a una sección parcialmente llena; por lo que el borde libre le permitiría a la sección trabajar con cierto margen en el caso de obstrucción, para los demás alcantarillas por contar con área de caudal menor al analizado, se colocara $D = 36''$, esto para facilitar su limpieza y mantenimiento.

diseño y tamaño y forma de las alcantarillas se hace siguiendo métodos de aceptación general, los cuales varían mucho de acuerdo a los antecedentes pluviométricos, el agua superficial debe alejarse de la plataforma de la carretera, tan pronto como sea posible.

Tabla 20

Descripción de Obras de Arte e Infraestructura Proyectadas

<u>TRAMO : KM 00+000 AL KM 04+620.00</u>			
4	3+072.00	Alcantarilla HDPE D=36''	7.10

4.6. Diseño de Pavimento Afirmado por el Metodo de NAASRA.

4.6.1. Diseño del Espesor del Pavimento

4.6.1.1.Determinación del CBR de diseño

Tabla 18

Resumen de Descripción de los Suelos

Progresiva	Tipo De Suelo		Ip (%)	Cbr (%)
	Sucs	Aashto		
0+000	Ch	A-7-5	33.43	4.95
0+500	Cl	A-7-6	27.53	4.33
1+000	Cl	A-7-6	18.79	5.45
1+500	Cl	A-6	15.59	11.15
2+000	Cl	A-6	13.82	14.00
2+500	Cl	A-6	17.38	9.80
3+000	Ch	A-7-6	26.97	3.50
3+500	Cl	A-7-6	13.81	3.90
4+000	Ch	A-7-6	24.10	3.65
4+500	Ch	A-7-6	16.73	4.53
6+000	Ol	A-7-6	28.08	3.10

Para establecer el CBR de diseño, nos basamos en el criterio del Instituto del Asfalto que recomienda tomar un valor de CBR tal, que el 60, el 75 ó el 87.5% de los valores individuales sea mayor o igual que él, para determinar el valor del percentil es necesario tener en cuenta la tabla que lo relaciona con el número de ejes de 8.2 ton.

Para el diseño se tiene en cuenta los valores de CBR del resumen de descripción de suelos, obtenidos por análisis de laboratorio y correlaciones, se ordenan de mayor a menor y se establece el número y el porcentaje de valores iguales o mayores que cada uno, como se muestra a continuación:

Tabla 21

Estimación del cbr de Diseño

N°	CBR	≥ VALORES	% VALORES ≥
1	14.00	1	5.56
2	11.15	2	11.11
3	9.80	3	16.67
4	5.45	8	44.44
5	4.95	10	55.56
6	4.53	11	61.11
7	4.33	12	66.67
8	3.90	14	77.78
9	3.65	15	83.33
10	3.50	16	88.89
11	3.10	18	100.00
	68.36		Sumatoria
	6.21		CBR Promedio
	CBR = CBR	6.21%	
	diseño		

Fuente: Elaboración Propia

4.6.1.2.Espesor de la capa de afirmado

Del "Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" y de la ecuación del METODO NAASRA

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

$$\text{Nrep de EE 8.2 tn} \quad 39,562.3075 = 39.562\text{E}+03$$

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} 6.21) + 58 \times (\log_{10} 6.21)^2] \times \log_{10} \times (39,562.3075/120)$$

$$e = 0.22 \text{ m}$$

entonces

$$e = 0.25 \text{ m}$$

4.7. Estudio de Señalización

Las características físicas de la vía son propias de un camino a nivel de sub rasante, con una superficie erosionada por sectores por la acción de los vientos y aguas que rebasan cunetas de tierra, tramos muy angostos de hasta 2.80 m sin bermas y presencia de tramos con baches y lodazal ante la falta de mantenimiento, que dificultan el paso de vehículos en ambos sentidos, a lo que se suma curvas con problemas de visibilidad y trazo deficiente que a altas velocidades de circulación generan accidentes.

Tabla 22

Características de la Vía Situación Actual

Carretera	Tramo
Característica de la Vía y Pavimento.	A nivel de Sub rasante
Red Vial	Vecinal
Tipo de Camino	
Estado de Conservación	Malo
Longitud (km)	19.833
Índice Medio Diario	10 veh/día
Velocidad de Diseño km/hora	30
Tipo de Material de la Superficie	Tierra Compactada
Ancho de la Calzada (m)	5.00
Radio Mínimo Normal	10
Pendiente Mínima (%)	0.33
Pendiente Máxima (%)	18
Bombeo (2)	2
Talud en Relleno	V: 1 / H: 1.5
Talud en Corte	Roca Suelta
	V: 1 / H: 6
	Material Suelo
	V: 1 / H: 2

Fuente: Estudio Topográfico del Proyecto

4.7.1. Criterios de Diseño Utilizados en el Proyecto

A continuación se detallan los principales criterios de diseño adoptados.

En la visita de campo efectuada y por indagaciones se ha podido determinar los puntos críticos, con los siguientes accidentes:

Camionetas.- Velocidades excesivas en todo su trayecto; se ha podido notar el uso de altas velocidades, los cuales son propensos a generar accidentes de tránsito debido a la geografía del terreno y las quebradas que presenta.

Teniendo en cuenta que la vía cuenta con un gran número de radios de giro en muchos casos los que se encuentran muy estrechados y con un ascenso permanente, los que pueden ocasionar accidentes.

Camiones Pesados. Por volcadura al esquivar animales y/o dar pase en retroceso por el limitado ensanche de la carretera en curvas cerradas, en las zonas de donde se puede apreciar un continuo ascenso así como por exceso de velocidad.

Peatones.- Por cegamiento de las luces de los vehículos durante la noche, al colocarse al borde de la carretera, por un mal paso, pisando en falso, por ensanche de la vía debido a la existencia de cercos de propiedad privada, en varios tramos de la vía y generalmente por lo accidentado de la Topografía los que muchas veces ocasionan que la superficie del relieve terrestre sea un peligro para los peatones.

Las medidas tomadas para mitigar los accidentes son:

Se ha tomado todo el tramo limitando las velocidades desde el Km. 0+000 al 5+048 con una velocidad máxima de 30 km/h. y min de 25 km/h.

En los puntos críticos (puntos negros), como curvas de radios mínimos excepcionales tanto horizontales como verticales, zonas de gran pendiente, se prevé señales reglamentarias como: mantenga su derecha (R-15), no adelantar (R-16), pendiente pronunciada (P-35) y otros dependiendo de la característica de desarrollo de la carretera.

4.7.2. Señalización

Las señales que requiere el proyecto son:

Señales de reglamentación, para notificar al usuario de la vía de las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ella y cuya violación constituye un delito.

Señales de prevención, Para advertir a los usuarios de la vía de la existencia de un peligro y la naturaleza de esta.

4.7.3. Señales Reglamentarias

Señales de información, Para guiar al usuario a través de la carretera, proporcionándole la información que pueda necesitar.

4.7.4. Postes Kilométricos

Estas señales son de forma como se indica en el plano de $h = 1.20$ metros.

Los postes kilométricos deben colocarse en donde se cumpla cada kilómetro de la vía, la prohibición o restricción. Mayores detalles sobre los postes kilométricos se encuentran en las especificaciones técnicas del proyecto, planos y en el manual correspondiente del M.T.C.

Estas señales son de forma rectangular de 0.60×0.60 metros. Las señales reglamentarias deberán colocarse en el lugar donde exista la prohibición o restricción mayores detalles sobre las señales reglamentarias se encuentran en las especificaciones técnicas del proyecto, planos y en el manual correspondiente del M.T.C.

4.7.5. Señales Preventivas

Las señales preventivas han sido diseñadas y ubicadas de acuerdo al desarrollo de la vía, en las zonas que presentan un peligro real o potencial que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando las precauciones del caso.

Las señales preventivas para el presente caso tienen una dimensión de 0.60x0.60 metros con fondo de material reflectorizante de alta intensidad de color amarillo y símbolos, letras y borde de marco pintados con tinta xerográfica color negro, con uno de los vértices del cuadrado hacia abajo.

Los postes de fijación de estas señales serán de tubo galvanizado de 2", pintados con franjas de 0.50 m con esmalte de color blanco y negro.

Los detalles en cuanto a las características de los mensajes y las formas de las señales preventivas se indican en los planos, así como en las Especificaciones Técnicas del proyecto y el manual indicado que tiene carácter oficial.

En líneas generales, indicamos a continuación las distancias recomendadas para la ubicación de las señales preventivas.

- Zona Urbana: 60 m –75 m

- Zona Rural: 90 m –110 m

4.7.6. Señales Informativas

Las señales informativas tienen la finalidad de guiar al conductor a través de determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. También tiene por objeto identificar puntos notables como ciudades, ríos, lugares de destino y dar información útil al usuario de la carretera.

Las señales informativas que se utilizan en el proyecto serán las de localización y destino, las cuales proporcionan información al conductor de los lugares o poblaciones más importantes en el trayecto.

Las señales informativas serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal y de dimensiones variables según el mensaje a transmitir. Se ubicarán al lado derecho de la carretera de manera que los conductores puedan distinguirlas de manera clara y oportuna.

En el siguiente cuadro se puede presentar las señales informativas usadas en este estudio:

4.8. Estudio Topográfico

El diseño geométrico de la carretera en estudio presenta características que beneficien a los pobladores, garantizando la seguridad, el buen servicio, además es económica para una solución a menor tiempo posible. Para el diseño geométrico es determinante conocer la topografía, para determinar los diferentes parámetros máximos y mínimos que la norma de diseño para Caminos Vecinales de bajo volumen de tránsito del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú establece.

4.9. Estudio de Mecánica de Suelos

Con las calicatas realizadas en la vía, de acuerdo a las normas, se han detectado en el tramo del proyecto sectores con presencia de suelos inadecuados, como son los tipos CL y CH, según la clasificación de suelos por el método de SUCS, los cuales deberán ser eliminados y reemplazados con materiales adecuados de cantera.

Para determinar la capacidad portante de la sub-rasante, se realizó un total de 11 calicatas a lo largo de todo el tramo.

Correspondiente a las canteras del cual se obtendrá material para el afirmado, presenta características adecuadas para ser explotada para el mejoramiento de la carpeta de rodadura del tramo.

4.10. Diseño de Pavimento

El conteo vehicular IMD actual por día es de 29 vehículos/día (camioneta, camión, camión simple de dos ejes), la cual amerita realizar una calzada de 4.00 m de ancho, de un carril en dos sentidos y bermas de 0.5 m a cada lado del eje de la vía.

Con la visita de campo en el tramo en estudio que las causas del bajo valor del IMD es el mal estado de la vía, por lo que los pobladores presentan dificultad para transportar sus productos.

Para el dimensionamiento de espesores de afirmado, se utilizó la ecuación del método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado.

4.11. Diseño de Obras de Arte

Las obras de arte son el complemento de las obras viales que sirven para prevenir y proteger a la estructura vial del contacto del agua, para ello se consideró la construcción de alcantarillas y badenes teniendo en cuenta criterios como:

Para el diseño hidráulico de las alcantarillas se ha tenido en cuenta la función que cumplirá cada una de ellas dentro del proyecto, ya sea para el alivio de las áreas de cultivos y el paso de agua de riego

Se plantean la construcción de badenes como soluciones efectivas en los tramos en los cuales el nivel de la rasante de la carretera coincide con el nivel de fondo del cauce del curso natural que intercepta su alineamiento, porque permite dejar pasar flujo de sólidos esporádicamente que se presentan con mayor intensidad durante períodos lluviosos y donde no ha sido posible la proyección de una alcantarilla o puente.

4.12. Señalización

En el tramo de la vía, se consideró la ubicación colocación de señales de tránsito preventivas, informativas y reglamentarias, así mismo la ubicación de los hitos kilométricos, los cuales permitirán el tránsito seguro en el tramo en estudio.

4.13. Contracción a la Hipótesis

La contrastación de la hipótesis se hizo a la necesidad de presentar la población para una mejora en la calidad de vía, y apunte al traslado de los productos cultivados en la zona, generando la reducción de los costos en transporte con el consecuente incremento de beneficios para productores y buscar el financiamiento para su ejecución de tal manera contar con una vía en condiciones óptimas. Por tanto la hipótesis, es correcta, porque formara parte del expediente técnico, para poder solicitar su financiamiento y así al ser ejecutada y por consecuencia mejorará las condiciones socioeconómicas de la población.

CONCLUSIONES

El diseño de Pavimento a nivel de afirmado del camino vecinal mejorará el transporte de los productos cultivados en la zona hacia el mercado de consumo, reduciendo los costos de transporte y el buen estado de los productos, contribuyendo al desarrollo socioeconómico de los productores.

Con los estudios de mecánica de suelos se ha detectado en el tramo del proyecto presencia de suelo de tipo CL y CH lo cual indica la presencia de arcilla inorgánica de mediana y alta plasticidad, y el cálculo del CBR permitió diseñar el espesor de la capa de afirmado.

Según la categoría de la vía y las condiciones orográficas, se plantean los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 23

Parámetros de diseño

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Tramo		
Emp. PE-08B (Habana) – sector Cantorcillo		
Longitud del tramo	km	05+000
Clasificación Vial		
Según su jurisdicción		Sistema vecinal
Según su demanda		Tercera clase
Según su orografía		Terreno plano (Tipo 1)*
Criterio Básico para el Diseño Geométrico		
Velocidad Directriz	Km/h	30
Diseño Geométrico de la Sección Transversal		
Espesor de afirmado granular	m	0.25
Ancho de calzada	m	4
Ancho de berma (c/lado)	m	0.5
Ancho de la plataforma	m	5
Bombeo	%	3
Peralte	%	8
Derecho de Vía	m	16
Talud de corte		01:01
Talud de relleno (H:V)		01:01.5
Cunetas	m	0.75 x 0.50
Diseño Geométrico en Planta		
Radio mínimo	m	30
Sobre ancho máximo	m	2.2
Diseño Geométrico en Perfil Longitudinal		
Pendiente mínima	%	0.14
Pendiente máxima	%	10

Se proyectaron 7 alcantarillas de TMC en el transcurso de la carretera, las cuales facilitaran la evacuación de las aguas provenientes de las precipitaciones y pases de agua de riego para el cultivo de arroz.

RECOMENDACIONES

Gestionar el mantenimiento constante de la infraestructura vial, tales como mantenimiento rutinario dando mayor prioridad a la limpieza de las obras de drenaje, para cumplir y con ello evitar problemas como pérdida de material granular, baches y deformaciones en la calzada de la vía.

Durante la ejecución se recomienda el uso de materiales de buena calidad y controlar el cumplimiento con los requisitos mínimos requeridos, así mismo se recomienda tener especial cuidado antes de colocar el material para afirmado es decir garantizar la eliminación por completo de materiales extraños que resulten perjudiciales a los trabajos ejecutados.

Se recomienda concientizar a la población a través de capacitaciones con la finalidad de promover el cuidado y actitudes responsables ante el mantenimiento de la vía, las obras de drenaje y las señales de tránsito para garantizar el estado óptimo de la vía y la transitabilidad segura y libre de accidentes vehiculares.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007), *Censo Poblacional*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Especificaciones Técnicas de Rehabilitación*

Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales; Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Manual Ambiental para la Rehabilitación y Mantenimiento de Caminos Rurales*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción: *Reglamento de Señalización*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras y Normas para el Diseño de Caminos Vecinales*, Lima Perú.

PONCE, J. *Estudio Definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Km 0+000 - Km 2+920*, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

RIOS VARGAS, CALEB, *Diseño Geométrico y Asfaltado de la Avenida Circunvalación - Tarapoto*, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

ANEXOS

ANEXO 01: Estudio de suelos y canteras